

## LUTSERNI JUUREKAELA MORFOLOOGILISED JA BIOKEEMILISED OMADUSED

R. Lillak, M. Marrandi, A. Linke, R. Träss

**SUMMARY: Morphological and biochemical characteristics of alfalfa crown.** The morphological and biochemical constitution of alfalfa crown depending on a genotype characteristics and cutting regime in the fall of seeding- and 1<sup>st</sup> production-year has been studied. Fourteen alfalfa cultivars of different origin (of them two Estonian, one Swedish and eleven USA) and winter hardiness (three winter sensitive, three medium winter hardy and eight winter hardy) were evaluated during 1995...1996.

Two experiments were established at 22<sup>nd</sup> and 23<sup>rd</sup> of May 1995 and 1996, respectively in loamy Podzoluvisol soil (content of organic matter in 0...20 cm soil layer was 2,80...3,20%, total nitrogen and available potassium contents were 0,14...0,15% and 74,3...86,9 mg/100 g, respectively, and pH<sub>KCl</sub> was 6,2...6,4). Experiment 1 (established at 1995) included two different types of alfalfa cultivars – local *Medicago varia* Mart. type 'Karlu' and Swedish *Medicago sativa* L. type 'Pondus'. Experiment 2 (established at 1996) included 14 alfalfa cultivars (two of them *Medicago varia* and other twelve *Medicago sativa*).

During the seeding-year two-cut harvesting system was used. Harvests were done in July and beginning of October at the vegetative stage of development of alfalfa. In the production-year (Experiment 1 only) two- and three-cut system (first cuts at the bud and full flowering stage, respectively) with five different last cut time (cuts were done from the end of August to the beginning of October) were used.

To characterize the germplasms, 24 randomly selected plants from each cultivar separated from the soil at the beginning of October were tested. The methods of measuring the plant crown, tiller and tap root morphological (number, length and diameter of tillers on the basal level – 2 mm upon the crown start, weight and length of crown and diameter of the tap root on the basal level – 2 mm below the crown start) and biochemical characteristics of the crown (DM content, total nitrogen and sugar content by the Kjeldahl and Potshinok, respectively) were used.

The results of investigation we could be summarized as follows:

- Local alfalfa (*Medicago varia* type) cultivars exceeded foreign ones for relatively heavy and long crowns and high DM, total nitrogen and sugar content in crown tissues at the beginning of October in seeding-year.
- Though clear differences between foreign cv. were observed, the data badly correlated with winter hardiness. The exceptions were only dimensions of basal tillers (length and diameter) which appear to be larger in winter sensitive than winter hardy cultivars.
- In the autumn of the 1<sup>st</sup> production-year (Experiment 1) morphological and biochemical characteristics of crowns depended on harvesting schedules. There was a small difference between 'Karlu' and 'Pondus' alfalfa if 2-cut harvesting regime was used (the exceptions were number of tillers – 'Karlu' has more axillary and less basal tillers than 'Pondus'). By increasing the number of cuts, the number of tillers per crown increased nearly twice and a tendency of an increase in the length of tillers was observed in 'Karlu' alfalfa but not in 'Pondus'.
- The tendency of decreasing of many characteristics of alfalfa crowns was noted if the last cut was done in the 1<sup>st</sup> week of September.

Lutserni talvitumiseks ja kevadise kasvu alustamiseks vajalikud varuained akumulereeritakse juurekaelas, võrsete alumistes osades ning juurtes (Sheaffer *et al.*, 1988). Selle tõttu on taimelega talvitumisel toimuva lahtimõtestamiseks ning nende talvekindluse prognoosimisel vajalik lähtuda eelkõige nimetatud taimeosadest. Arvestada tuleb sealjuures nii morfoloogiliste, biokeemiliste kui ka füsioloogiliste, anatoomiliste jt. teguritega. Samas on teada, et talvekindlus on kompleksomadus, mille realiseerumine oleneb suuresti taimesisest ja keskkonnatingimuste omavahelisest koosolust. Kliimatiliste ja mullastikuliste tegurite kõrval tuuakse olulisemate talvekindluse mõjuritena välja sordilised iseärasused ning taimiku kasutusrežiim.

Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas sordilised iseärasused ning taimiku kasutusrežiim mõjutavad lutserni juurekaela morfoloogilisi ja biokeemilisi omadusi külviaastal ning sellele järgnenud 1. kasutusaastal. Uurimise alla võeti kolm talveõrna sorti (USA päritoluga 'WL 322 HQ', 'Excalibur II' ja 'Spirit'), kolm keskmise talvekindlusega ('Innovator + Z', 'Pioneer 5454' ja 'Renk Wintergreen') ning kaheksa talvekindlat sorti (kohalikud 'Jõgeva 118' ja 'Karlu', Rootsi päritoluga 'Pondus' ning USA-st pärit 'Wrangler', 'Treasure', 'Multi-Gem', 'Vernal' ja 'Dairyland Magnum IV').

## Metoodika

Uurimus baseerub kahe EPMÜ rohumaateaduse ja botaanika instituudis läbiviidava katse esimeste aastate tulemustel. Katsed rajati lutserni puhaskülvis 22. mail 1995. a. ja 23. mail 1996. a. pruunile näivleeturunud mullale (ülemises 0...20 cm mullakihis oli orgaanilist ainet 2,80...3,20%, üldlämmastikku 0,14...0,15%, laktaatlahustuvat kaaliumi 7,43...8,69 mg/100 g ja  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,2...6,4). 1995. a. rajatud katse koosnes algselt kahest võrdsest blokist, millest ühele külvati kohalik hübriidlutsern 'Karlu' ning teisele Rootsi päritoluga harilik lutsern 'Pondus'. Alates 1996. a. kevadest jagati nimetatud blokid omakorda kaheks – ühel poolel rakendati 2-niitelist, teisel 3-niitelist kasutusrežiimi (1. niide vastavalt lutserni õitsemise ja õiepungade moodustumise staadiumis). Iga selliselt jaotatud katseosa koosnes 8 variandist, mis erinesid üksteisest viimase niite aja poolest (niide toimus augusti lõpust oktoobri alguseni). 1996. a. rajatud katse koosnes 14 variandist, mille moodustasid eespool nimetatud erineva päritolu ja talvekindlusega lutsernisordid. Külviaastal, mil toimus taimiku formeerumine, viidi läbi kaks niidet (esimene niide juulis, teine oktoobri algul) lutserni varsumise faasis. Taimi niideti 8...10 cm kõrguselt maapinnast.

Katseperioodi agrometeoroloogilisi tingimusi iseloomustas 1995. ja 1996. a. lutserni kasvuks ja arenguks suhteliselt soodne soe ja niiske suve 1. pool ning taime kasvu limiteeriv soe, kuid põuane suve 2. pool. 1995/96. a. talv oli ühtlaselt külm, sulaperioodideta, kuid piisava lumekattega. Lume sulamine 1996. a. kevadel oli kiire ning seisvat pinnavett ega jääkoorikut praktiliselt ei moodustunud. Taimed talvitusid sellest lähtudes hästi ning kahjustusi ei täheldatud.

Lutserni juurekaelte morfoloogiline hindamine toimus oktoobri keskel pärast viimase niite läbiviimist. Selleks võeti 24 juhuslikku taime, millel mõõdeti 2 mm kauguselt juurekaelast peajuure ning kõigi võrsete läbimõõdud, hinnati juurekaela pikkust (ulatust), mõõdeti võrsete pikkused (nii juurekaelalt lähtuvatel 1. järgu võrsetel kui ka 1. järgu võrsetest lähtuvatel 2. järgu võrsetel). Kaalumiseks ja edaspidiseks analüüsimeks eraldati juurekael koos 3 cm pikkuste võrsete ja juurte osadega, külgejäädud lehed eemaldati. Kaalumise järel ühendati juurekaelad variantide kaupa ning pärast jahvatamist määrati nende kuivaine- (KA) ja üldlämmastiku sisaldus (Kjeldahli meetodil) ning üldsuhkrute sisaldus (Potshinoki meetodil).

Katseid väetati kaaliumkloriidi ja superfosfaadiga, kasutades norme P – 60 ja K – 120 kg/ha. Tulemuste usutavuse hindamiseks töödeldi katseandmeid statistiliselt dispersioonmeetodil.

## Katsetulemused

Juurekaelad, mille kujunemine algas lutsernil koos tõusmete ilmumisega, arenesid taimesisest ja keskkonnafaktorite koosmõjul külviaasta sügiseks küllaltki eripalgelisteks (tabel 1). Vaatamata tunnuste suhteliselt suurele kõikumise amplituudile, võis täheldada mõningaid seaduspärasusi juba ka külviaastal. Kohalike hübriidlutserni sortide juurekaelu

iseloomustas nende suhteliselt suur kaal (0,70...0,72 g) ning ulatus (0,5...0,7 cm), kõrge KA-, üldlammastiku ja üldsuhkrute sisaldus (vastavalt 42,4...47,7; 2,55...2,79 ja 10,9...11,0%). Harilikul lutsernil olid nimetatud näitajad sorditi küllalt erinevad. Juurekaela kaal kujunes neil harilikult väiksemaks, kuid matemaatiliselt usutav erinevus ilmnes siiski vaid talvekindlatel sortidel 'Wrangler' ja 'Multi-Gem' (kaal 0,48...0,50 g). Juurekaela ulatus oli standardsordist 'Jõgeva 118' suurem vaid teisel kohalikul sordil 'Karlu' ning ligikaudu võrdne USA sortidel 'Treasure' ja 'Innovator + Z'. Teistel jäi see näitaja madalamaks, kusjuures eriti selgelt avaldus see sortidel 'Vernal', 'Pioneer 5454' ja 'Spirit'. Nimetatud näitajate kõrval jäid välismaised hariliku lutserni sordid kohalikele hübriidlutsernidele üldjuhul alla ka juurekaela KA- (erandiks sordid 'Multi-Gem', 'Dairyland Magnum IV' ja 'Innovator + Z'), üldlammastiku (eriti sordil 'Dairyland Magnum IV') kui ka üldsuhkrute sisalduse poolest. Viimane muutus siiski suhteliselt väikestes piirides (vahemikus 9,7...11,0%), mistõttu võis rääkida maksimaalselt vaid tendentsist. Peajuure läbimõõdult olid sordid suhteliselt sarnased (läbimõõt oli 3,24...3,92 mm;  $PD_{05}=0,72$ ). Erandi moodustas vaid sort 'Wrangler', mille peajuur oli külviaasta sügiseks kohalike sortide omast selgelt peenem (2,79 mm).

Küllaltki sarnased olid sordid ka võrsete poolest. Üldiselt oli lutsernitaimedel külviaasta sügisel 5...6 juurekaelalt ning 2...3 võrsetelt lähtuvat võrset (erandiks olid sordid 'Treasure', 'Multi-Gem', 'Innovator + Z' ja 'Excalibur II', millel 1. järgu võrsete arv jäi kolme piiridesse). Nende pikkus ulatus 1...3 cm-ni (teistest mõnevõrra pikemad olid võrsed sordil 'Karlu' – 3,1 cm, standardsordist 'Jõgeva 118' usutavalt madalamad aga sordil 'Pioneer 5454' – 0,6 cm) ning läbimõõt 0,75...1,04 mm-ni. Viimasel juhul olid sortide 'Pioneer 5454' ja 'Spirit' 2. järgu võrsed standardist usutavalt jämedamad – 1,06...1,14 mm. Vaatamata suhteliselt suurele tunnuste kokkulangevusele ilmnes külmaõrnadel sortidel küllaltki selge seaduspärasus 1. järgu võrsete pikkuse ja nende läbimõõdu osas. Viiel juhul kuuest (erandiks sort 'Pioneer 5454') olid talveõrnemate sortide võrsed külviaasta sügisel standardist pikemad (keskmiselt 4,3 cm e. 70% võrra) ning neljal juhul kuuest olid võrsed ka jämedamad (erandiks sordid 'Innovator + Z' ja 'WL 322 HQ'). Külmakindlamatest sortidest paistsid pikemate 1. järgu võrsete poolest silma sordid 'Treasure' ja 'Multi-Gem'. Sordid 'Wrangler' ja 'Treasure' erinesid standardist usutavalt peenemate varte poolest.

1995. a. rajatud katses (1996. a. oli seega 2. kasvuaasta e. taimiku 1. kasutusaasta) olid sortide 'Karlu' ja 'Pondus' võrsete ja peajuure morfoloogilised näitajad 1996. a. sügiseks tunduvalt suurenenud – võrreldes 1996. a. rajatud katse analoogiliste sortidega olid juurekaela kaal ja ulatus suuremad keskmiselt 62...83%, 1. järgu võrsete arv 48% ning võrsete läbimõõt 8...17% (tabel 2 ja 3). Märkimist väärib ka 1996. a. rajatud katsega võrreldes madalam juurekaela üldsuhkrute sisaldus (vastavalt 6,3...9,0 ja 10...11%).

Oluliselt mõjutas analüüsitud näitajaid taimiku kasutusrežiim, kuid selle mõju suurus sõltus suuresti lutserni sordilistest iseärasustest. Taimiku 2-niitelisel kasutamisel olid sordid enamiku juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogiliste näitajate poolest sarnased (juurekaela kaalult ja ulatuselt, võrsete pikkuselt ja läbimõõdult ning peajuure läbimõõdult; tabel 2). Taimedele oli iseloomulik ligikaudu 2 g raskune juurekael, milles üldsuhkruid oli 7,4...8,9%. Peajuure läbimõõt ulatus 5,9 mm-ni, juurekaelalt lähtusid veidi alla 4 cm pikkused ja 1,62...1,73 mm jämedused 1. järgu võrsed ning ligikaudu 2 cm pikkused ja 1,20...1,22 mm jämedused 2. järgu võrsed. Sortidevaheline erinevus avaldus eelkõige võrsete arvus (Rootsi sort 'Pondus' ületas kohalikku 'Karlut' 1. järgu võrsete arvult, kuid jäi viimasele alla 2. järgu võrsete suhtes) ning vähemal määral juurekaela KA- ja üldlammastiku sisalduses (sordil 'Karlu' olid nimetatud näitajad üldjuhul mõnevõrra kõrgemad kui 'Pondusel'). Vegetatsiooniperioodil läbiviidud niidete arvu suurenedes kahelt kolmele tõusis sordil 'Karlu' juurekaelalt lähtuvate võrsete arv ligikaudu kaks korda, esines tendents võrsete pikkuse suurenemisele (2. järgu võrsete puhul oli erinevus ka usutav – keskmiselt 2,3 cm) ning vähenes oluliselt võrsete läbimõõt (1. järgu võrsetel keskmiselt 0,33 mm, 2. järgu võrsetel 0,28 mm). Samaaegselt morfoloogiliste muutustega võis täheldada

**Tabel 1.** Lutserni juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilised ja biokeemilised erisused olenevalt sordilistest iseärasustest 1996. a. sügisel  
**Table 1.** Differences into alfalfa crown, tillers and tap root morphological and biochemical characteristics depending on genotype in autumn of 1996

Näitaja / Data	Lutserni sort / Cultivar														PD <sub>05</sub>	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	LSD <sub>05</sub>	
<u>Juurekaela / Crown</u>																
kaal / weight, g	0,72	0,70	0,75	0,50	0,69	0,48	0,64	0,55	0,58	0,67	0,69	0,60	0,60	0,79	0,19	
ulatus / length, cm	0,5	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1	
KA-sisaldus / DM content, %	42,4	47,7	36,2	38,5	38,3	40,9	39,2	46,7	35,3	41,4	38,8	37,6	35,9	38,3	×	
üldlämmastiku sisaldus / total nitrogen content, %	2,79	2,55	2,21	2,24	2,26	2,40	2,27	1,92	2,64	2,28	2,49	2,16	2,46	2,43	×	
üldsuhkrute sisaldus / total sugar content, %	10,9	11,0	10,0	10,1	10,9	10,9	10,1	10,7	10,7	11,0	10,7	10,0	9,9	9,7	×	
<u>Lutserni 1. järgu võrsete / Average basal tillers</u>																
arv taimel / number in plant	5,2	5,7	4,7	4,8	3,6	2,6	5,7	5,2	3,0	6,3	5,2	4,5	3,3	5,3	1,4	
keskmise pikkus / length, cm	6,1	8,2	8,2	7,7	10,5	9,6	8,3	8,4	12,8	6,9	8,6	9,8	10,8	10,0	2,4	
läbimõõt / diameter, mm	1,31	1,37	1,52	1,25	1,24	1,33	1,30	1,23	1,30	1,47	1,37	1,31	1,51	1,62	0,06	
<u>Lutserni 2. järgu võrsete / Average axillary tillers</u>																
arv taimel / number in plant	2,9	2,5	2,7	2,7	2,6	2,3	4,8	1,5	2,7	2,2	3,3	2,4	2,9	5,4	2,0	
keskmise pikkus / length, cm	2,1	3,1	1,5	1,7	2,6	1,3	1,3	2,9	2,1	0,6	1,6	2,1	2,3	2,4	1,3	
läbimõõt / diameter, mm	0,88	0,87	1,04	0,80	0,84	0,90	0,75	0,86	0,80	1,14	0,79	0,94	0,99	1,06	0,20	
<u>Peajuure läbimõõt / Diameter of the tap root, mm</u>	3,62	3,77	3,24	2,79	3,85	3,69	3,55	3,29	3,92	3,53	3,78	3,55	3,77	3,85	0,72	
<u>Variandid / Cultivars</u>	1. 'Jõgeva 118'				5. 'Treasure'				9. 'Innovator + Z'				13. 'Excalibur II'			
	2. 'Karlu'				6. 'Multi-Gem'				10. 'Pioneer 5454'				14. 'Spirit'			
	3. 'Pondus'				7. 'Vernal'				11. 'Renk Wintergreen'							
	4. 'Wrangler'				8. 'Dairyland Magnum IV'				12. 'WL 322 HQ'							

**Tabel 2.** Lutserni juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilised ja biokeemilised erisused olenevalt sordilistest iseärasustest taimiku 2-niitelisel kasutamisel 1996. a. sügisel

**Table 2.** Differences into alfalfa crown, tillers and tap root morphological and biochemical characteristics depending on genotype in 2-cut harvest system in autumn 1996

Näitaja / Data	Sort / Cultivar										PD <sub>05</sub> LSD <sub>05</sub>
	‘Karlu’					‘Pondus’					
	viimase niite aeg / time of the last cut					viimase niite aeg / time of the last cut					
	28.08	02.09	07.09	17.09	27.09	28.08	02.09	07.09	17.09	27.09	
<b>Juurekaela / Crown</b>											
kaal / weight, g	2,39	2,08	1,95	1,70	2,32	1,99	1,79	1,78	2,25	1,94	0,68
ulatus / length, cm	0,7	0,9	0,7	0,8	1,9	1,2	1,2,0	1,1	0,8	0,9	0,3
KA-sisaldus / DM content, %	32,0	39,9	38,7	33,0	39,7	35,6	34,3	34,8	38,6	38,6	×
üldlämmastiku sisaldus / total nitrogen content, %	2,37	2,60	2,02	2,70	2,97	2,00	1,95	2,68	2,46	2,49	×
üldsuhkrute sisaldus / total sugar content, %	8,9	8,3	8,6	8,9	8,9	8,7	7,8,5	7,8	8,3	8,6	×
<b>Lutserni 1. järgu võrsete / Average basal tillers</b>											
arv taimel / number in plant	4,8	6,8	18,3	8,6	16,9	6,0	8,3,3	8,3	13,6	6,2	2,6
keskmine pikkus / length, cm	6,3	4,0	3,4	3,6	3,9	4,6	2,4,6	2,2	3,4	3,3	1,0
läbimõõt / diameter, mm	1,33	1,26	1,28	1,53	1,63	1,58	1,28	1,40	1,48	1,84	0,20
<b>Lutserni 2. järgu võrsete / Average axillary tillers</b>											
arv taimel / number in plant	4,8	8,2	3,3	3,8	2,3	2,5	0,2,6	0,8	2,2	3,0	1,4
keskmine pikkus / length, cm	3,0	3,4	3,0	2,3	2,8	4,3	1,3,3	1,2	2,2	1,2	1,0
läbimõõt / diameter, mm	0,93	0,26	0,90	1,08	0,20	1,29	0,026	1,28	1,23	1,57	0,09
<b>Peajuure läbimõõt / Diameter of the tap root, mm</b>	<b>6,23</b>	<b>6,18</b>	<b>5,48</b>	<b>5,68</b>	<b>6,00</b>	<b>6,34</b>	<b>5,60</b>	<b>5,65</b>	<b>6,96</b>	<b>5,86</b>	<b>0,85</b>



taimiku intensiivsemal kasutamisel sordil 'Karlu' juurekaelte mõningast KA- ja üldsuhkrute sisalduse kasvu ning üldlämmastiku sisalduse vähenemist. Hariliku lutserni sordile 'Pondus' mõjus niitmässageduse muutmine vähem kui sordile 'Karlu'. Siiski võis üleminekul taimiku intensiivsemale kasutamisele ka selle sordi juures märgata võrsete läbimõõdu ja juurekaela üldlämmastiku sisalduse vähenemist (keskmiselt 7 ja 0,23...0,74%).

Kuigivõrd avaldas juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilistele ja biokeemilistele näitajatele mõju ka viimase niite aeg. Kahjuks jäid analüüsivad näitajad variantide lõikes üldjoontes väga varieeruvateks, mistõttu kindlasuunalisi seoseid oli raske välja tuua. Mõnel juhul olid seosed viimase niite aja ning uuritavate näitajate vahel tugevamad taimiku intensiivsemal, 3-niitelisel kasutamisel (näit. juurekaela KA-sisalduse ja 1. järgu võrsete läbimõõdu puhul), kuid üldine reegel puudus siingi. Sageli jäid erinevused katsevea piiridesse ning selle tõttu võib esialgu rääkida vaid tendentsidest. Augusti lõpul tehtud viimase niite korral oli enamik juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilistest ja biokeemilistest näitajatest suhteliselt suured ja kõrged (erandiks olid üldlämmastiku sisaldus, 1. järgu võrsete arv ja läbimõõt, kus seosed olid enamikul juhtudel vastupidised). Viimase niite nihutamine augusti lõpust septembri esimesse poole kutsus esile juurekaela kaalu ja tema KA-sisalduse, 1. ja 2. järgu võrsete pikkuse, 2. järgu võrsete ja peajuure läbimõõdu vähenemise. Niite edasilükkamisel septembri 2. poolele toimus nimetatud näitajate väärtuse taassuurenemine (enamikul juhtudel olid näitajad minimaalsed viimase niite tegemisel 2. ja 7. septembril). Erandiks olid vaid 2. järgu võrsed, mille keskmine pikkus pooltel juhtudest vähenes koos niiteaja hilinemisega, ning 1. järgu võrsed, mille läbimõõt oli maksimaalne septembri 1. pooltel tehtud niite korral. Juurekaela üldlämmastiku sisalduse ja 2. järgu võrsete arvu ning viimase niite aja vahel ühesuunalised seosed puudusid. Sordil 'Pondus' kaheniitelisel kasutamisel ja sordil 'Karlu' kolmeniitelisel kasutamisel oli juurekaela üldlämmastiku sisaldus suurim 7. septembril tehtud niite korral. Niite tegemine kas varasemal või hilisemal ajal põhjustas üldlämmastiku sisalduse vähenemise. Sama ei saanud öelda 'Karlu' kaheniiteliste ja 'Ponduse' kolmeniiteliste variantide kohta. Ligikaudu sarnased muutused toimusid ka 2. järgu võrsete arvus. Siin vähenes sordil 'Pondus' võrsete arv koos niite edasilükkamisega kuni 7. septembrini ning hakkas seejärel uuesti suurenema. Sordil 'Karlu' selle näitaja suhtes selgepiiriline seos puudus.

Seos viimase niite aja ja juurekaela ulatuse, tema KA-sisalduse ning 1. järgu võrsete arvu vahel praktiliselt puudus. Kõik nimetatud näitajad muutusid niite aja muutudes kas väga väikestes piirides või oli muutumine väga kaootiline.

## Arutelu

Talveks valmistumisel toimuvad taimedes kahesuunalised omavahel tihedalt seotud protsessid. Selleks, et suhteliselt pikk ja kasvuks ebasoodne külm periood üle elada, peab taimedel olema eelnevalt kogutud piisaval hulgal varuaineid, milleks on eelkõige mitmesugused süsivesikud. Teiselt poolt toimuvad taimedega kvalitatiivsed protsessid, mille käigus kujuneb välja nn. füsioloogiline talvekindlus (Larsen, Årsvoll, 1984). Sellest tulenevalt võib taimede talvekindluse hindamisel lähtuda samuti kahest suunast: kvantitatiivsest varuainete hulgaga seotud näitajate analüüsimisest (peamiselt morfoloogilised näitajad) ning taimede kvalitatiivsest analüüsist, kus vaatluse alla võetakse talvitumisega seotud biokeemiliste ühendite olemasolu ja sisaldus (peamiselt üldsuhkrute, lämmastiku- ja KA-sisaldus, aga ka teatud aminohapete, lipiidide, spetsiifiliste proteiinide olemasolu jne.). Viimastega sügavuti minnes jõutakse lõpuks raku membraanide omaduste ja rakumahla kontsentratsiooni (Tronsmo, 1993) ning talvekindlust mõjutavate geenide uuringuni. Sellised uuringud on aeganõudvad ja kallid, mistõttu põllumajandustaimede talvekindluse prognoosimisel põllu tingimustes ei saa nendega arvestada. Selle tõttu püütakse sügavuti liikumise kõrval leida võimalusi taimede talvekindluse kiiremaks ning odavamaks prognoosimiseks eelkõige nende morfoloogiliste ja lihtsamini määratavate biokeemiliste näitajate kaudu.

Biokeemilistest näitajatest tuakse kõige sagedamini talvekindluse hindamisel esile juurekaela ja juurte veesisaldust. Katsed mitmete erinevate kultuuridega on näidanud, et sortidevahelised külmakindluse erinevused tulenevad eelkõige taimede võimest vähendada karastumise käigus kudedes vaba vee sisaldust (DeNoma *et al.*, 1989; Yoshida, 1994; Faltus *et al.*, 1996; Wilen *et al.*, 1996). Islandi põllumajandusteadlane Bjarni E. Gudleifsson peab kudede veesisaldust koos taimede kasvulaadiga üheks taimede talvekindlust paremini ise-

loomustavaks ja informatiivsemaks näitajaks ning võrdsustab selle isegi  $LT_{50}$  meetodiga (Gudleifsson, 1993). On selgunud, et põhjapoolsematel sortidel on juurekaelad KA-rikkamad kui lõunapoolsematel sortidel (Klebesadel, Helm, 1986). Seda viimast väidet kinnitas ka antud uurimus, kus kohalikel sortidel 'Jõgeva 118' ja 'Karlu' oli juurekaelte KA-sisaldus nii 1995. kui ka 1996. a. kõrgem kui välismaistel sortidel. Kui palju oli antud tulemus tingitud sordi algmaterjali asukohast, on siiski raske öelda, kuna on leitud, et sirplutsernid (tõenäoliselt ka antud hübriidlutsernid, millel üheks vanemaks on sirplutsern) on kõrgema KA-sisaldusega kui harilikud lutsernid (Røsnes *et al.*, 1993). Samas tuleb tõdeda, et juurekaela KA-sisaldus ei olnud siiski üheselt seotud sortide talvekindlusega. Nimelt erinesid erineva talvekindlusega harilikud lutsernid üksteisest antud näitaja suhtes minimaalselt (üksikuid kõrgema KA-sisaldusega sorte oli nii talvekindlate kui ka keskmise talvekindlusega sortide grupis).

Teise olulisema näitajana nimetatakse juurekaela ja juurte vees lahustuvate süsivesikute sisaldust, sageli aga ka üldsuhkrute sisaldust. See näitaja on positiivselt seotud karastumisel taimede külmakindluse väljakujunemisega (McKenzie *et al.*, 1988). Kuigi antud katsetes olid sordid oma juurekaela suhkruisalduse poolest üldjuhul suhteliselt sarnased, võis talveõrnadel sortidel tõepoolest täheldada keskmisest mõnevõrra madalamat suhkrute taset. Täielikuma pildi saamiseks tuleks koos üldsuhkrutega määrata ka talvituvate kudede tärgklisesisaldus, mida loetakse lutsernil põhiliseks varuaineks (Heichel *et al.*, 1988).

Taimede lämmastikühendite sisaldus omab talvekindluse kujunemisel kahesuunalist efekti. Ühelt poolt on teada, et toorproteiini sisaldus on negatiivses korrelatsioonis struktuuritute süsivesikutega (Fleming *et al.*, 1983; Shin *et al.*, 1988). Teisalt hakatakse taimedes karastumise käigus sünteesima mitmeid lahustuvaid ja säilitusproteiine (Faltus *et al.*, 1996; Volnec *et al.*, 1996). Antud uuringud näitasid, et hübriidlutserni taimede juurekaelad olid mõnevõrra kõrgema üldlämmastiku sisaldusega kui hariliku lutserni sortidel. Kuivõrd oli see seotud nende talvekindlusega, on raske öelda, sest erineva talvekindlusega hariliku lutserni juurekaelte vastav näitaja oli praktiliselt võrdne.

Taimede morfoloogilistest näitajatest on talvekindlusega enam seostatuks peetud juurekaelalt lähtuvate võrsete arvu ja nende sügisese kasvu intensiivsust. Talvekindlad sordid moodustavad sügisel tavaliselt vähem võrseid (Shimada, 1994) ning nende kasv on aeglasem kui talveõrnadel sortidel (Takeda, 1994). Neid seoseid põhjendatakse peaaegsajalult varuainete osalise ärakasutamisega võrsete moodustumisel, taimede karastumise hilinemise ning külmakindluse vähenemisega (Grandfield, 1943; McKenzie, McLean, 1985). Juurekaela pungade puhkemine sügisel võib põhjustada ka pungade arvu vähenemist kevadel. Samas võib sügisene suurem võrsete arv tähendada ka taime külluslikku varustatust varuainetega (eelkõige võib selline nähtus esineda sügisesele põuaperioodile järgnenud sademete korral (Cowett, Sprague, 1962). Sageli võivad erinevad morfoloogilised näitajad olla omavahelises korrelatsioonis. Nii on USA teadlased E. Perfect, R. D. Miller ja B. Burton leidnud seose juurekaela pungade arvu ja peajuure läbimõõdu vahel (Perfect *et al.*, 1987). Antud juhul (1996. a. rajatud katses) olid sordid nii juurekaelalt lähtuvate võrsete arvult ja pikkuselt kui ka peajuure läbimõõdult üsna sarnased (v.a. mõned erandid) ning eelpool nimetatud autorite poolt väljaõeldu ei leidnud üldjuhul kinnitust. Morfoloogiliste näitajate vähesele informatiivsusele ja suurele kordustevahelisele varieeruvusele on tähelepanu juhtinud mitmed uurijad (Gebrehiwot *et al.*, 1996). Sortidevaheliste erinevuste paremaks avaldumiseks soovivad teadlased (Sheaffer *et al.*, 1992) taimiku optimaalsest intensiivsemat kasutamist. Kahjuks on Eesti tingimustes külviaastal kolme-nelja niite tegemine lutsernil küsitav – see ei õnnestunud meil ei 1995. ega 1996. a. Küll tuleb selle võimaluse kasutamine kõne alla alates taimiku 2. kasvuaastast. Uuringud on näidanud, et taimiku intensiivsemal kasutamisel muutub korrelatsioon võrsete sügisese kasvu ja talvekindluse vahel tugevamaks (Sheaffer *et al.*, 1992). Sama muutust võib oletada ka teiste morfoloogiliste näitajate puhul. Eerikal läbiviidud katse kinnitas osaliselt seda väidet. Samas põhjustas taimiku intensiivsem kasutamine nii võrsete pikkuse kui ka nende arvu suurenemise. Analoogilise tulemuse said ka prantslased F. Louault, J. F. Soussana ja S. Phillippot karjatatava ja niidetava lutserni võrdlemisel (Louault *et al.*, 1994). Sortidevahelise eripära veelgi selgemaks avaldumiseks peaks edaspidi tõenäoliselt rakendada lutsernil taimiku 4-niitelist kasutamist.

Muutusi täheldati ka juurekaela biokeemilises koostises, kusjuures kohalik hübriidlutsern 'Karlu' reageeris kasutusrežiimi muutumisele enam. Viimase põhjal võib teha esialgse oletuse, et sort 'Karlu' on niiterežiimi muutumise suhtes enam tundlik kui sort 'Pondus'.

Üllatuslikult põhjustas intensiivsem taimiku kasutamine sordil 'Karlu' KA- ja üldsuhkrute sisalduse mõningase suurenemise. Millest selline fenomen oli tingitud, jääb esialgu seletamatuks.

Viimase niite aja mõju lutserni talvekindlusele on põhjapoolsetes regioonides seostatud peamiselt kriitilise niiteperioodiga (Sholar *et al.*, 1983). Niite tegemine sellel perioodil vähendab juurekaela ja juurte süsivesikute (suhkrute) ja KA-sisaldust (Stont, 1986; Sheaffer, Marten, 1990) ning põhjustab taimedel uute pungade puhkemist (Silkett *et al.*, 1937). Meie katses olid tulemused väga varieeruvad, kuid siiski võis täheldada paljude näitajate juures nende väärtuse vähenemist septembri algul (2. ja 7. septembril) ning uut suurenemist septembri lõpul. Sellest tulenevalt võib esialgu oletada, et Eesti tingimustes jääb lutserni kriitiline periood eelkõige septembri algusesse. Samas ei pruugi see olla üheselt võetav, kuna kriitilise perioodi aeg ja pikkus on tihedalt seotud väliskeskkonna kliimaatiliste teguritega. Täpsema vastuse peaks andma järgnevate aastate uurimistöö.

## Kokkuvõte

EPMÜ rohumaateaduse ja botaanika instituudi katsejaamas läbiviidud uurimus 14 erineva päritolu ja talvekindlusega lutsernisordiga näitas järgmist:

- Kohalikud hübriidlutserni sordid paistsid külviaasta sügisel silma oma suhteliselt raske ja ulatusliku juurekaela ning selle kõrge KA-, üldlämmastiku ja üldsuhkrute sisalduse poolest. Välismaiste hariliku lutserni juurekaelte, võrsete ja peajuurte morfoloogilised näitajad olid küll sorditi varieeruvad, kuid erinevus ei olnud üldjuhul seostatav nende talvekindlusega. Erandiks olid 1. järgu võrsete mõõtmed, mis talveõrnatel sortidel olid üldiselt suuremad kui talvekindlamatel sortidel.
- Külviaastale järgneval aastal olenesid juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilised ning biokeemilised näitajad taimiku kasutusrežiimist. Taimiku 2-niitelisel kasutamisel olid sordid 'Karlu' ja 'Pondus' nimetatud näitajate poolest küllaltki sarnased (erinevus avaldus peamiselt vaid võrsete arvus – esimesena mainitud sordil oli vähem juurekaelalt lähtuvaid ning rohkem 2. järgu võrseid). Taimiku intensiivsem kasutamine põhjustas sordil 'Karlu' juurekaelalt lähtuvate võrsete arvu ligi kahekordse suurenemise ning esines tendents võrsete pikkuse suurenemisele. Sordile 'Pondus' mõjus niitmissageduse muutmine minimaalselt.
- Kuigi viimase niite aeg mõjutas lutserni juurekaela, võrsete ja peajuure morfoloogilisi ja biokeemilisi näitajaid vähe, võis siiski paljude näitajate puhul täheldada nende vähenemise tendentsi niite tegemisel septembri 1. nädalal.

## Kirjandus

- Cowett E. R., Sprague M. A. Factors affecting tillering in alfalfa. – *Agron. J.*, vol. 54, p. 294...297, 1962.
- DeNoma J. T., Taylor G. A., Ferguson H. Osmotic potential of winter wheat crowns for comparing cultivars varying in winterhardiness. – *Agron. J.*, vol. 81, p. 159...163, 1989.
- Faltus M., Kadlecova Z., Pražil I. Changes of protein patterns, the level of ABA, and of growth in winter barley during cold hardening. – *New biological approaches to understand and improve winter survival of plants.* – Proc. of NJF Seminar. Århus, P-2, 1996.
- Fleming S. C., Collins M., Jorgensen N. A. Changes in quality and composition of alfalfa during autumn. – *Proc. of an International Grassland Congress.* Lexington, p. 592...595, 1983.
- Fu P., Wilen R. J., Robertson A. J., Gusta L. V. The role of dehydrins, carbohydrates and water status in the development of freezing tolerance in winter cereals. – *New biological approaches to understand and improve winter survival of plants.* – Proc. of NJF Seminar. Århus, Gen-6, 1996.
- Gebrehiwot L., Benselinck P. R., Nualsri C. Rhizome formation and carbohydrate accumulation in rhizomatous birdsfoot trefoil. – *Agronomy Abstracts of ASA 88<sup>th</sup> Annual Meeting.* Indianapolis, p. 111, 1996.
- Grandfield C. O. Food reserves and their translocation to the crown buds as related to cold and drought resistance in alfalfa. – *J. Agric. Res.*, vol. 67, p. 33...47, 1943.

- Gudleifsson B. E. Methods for testing to ice encasement tolerance in herbage plants. – The overwintering of agricultural crops, theories and tests methods. – Proc. of NJF Seminar. Umeå, p. 83...94, 1993.
- Heichel G. H., Delaney R. H., Cralle H. T. Carbon assimilation, partitioning, and utilization. – Alfalfa and alfalfa improvement. – Agron. Monogr. 29, p. 195...228, 1998.
- Klebesadel L. J., Helm D. Food reserve storage, low-temperature injury, winter survival, and forage yield of timothy in subarctic Alaska as related to latitude-of-orig. – Crop Sci., vol. 2, p. 325...344, 1986.
- Larsen A., Årsvoll K. The impact of biotic and physical overwintering factors on grassland production, and their relations to climate, soil properties and management. – The impact of climate on grass production and quality. – Proc. of General Meeting of the European Grassland Federation. ÅS-Norway, p. 268...277, 1984.
- Louault F., Soussana J. F., Philippot S. Morphological evolution of lucerne (*M. Sativa*) plants in grazing conditions. – Management and breeding of perennial lucerne for diversified purposes. – Proc. of an INRA Meeting. Rome, p. 85...88, 1994.
- McKenzie J. S., McLean G. E. Identifying winter hardy alfalfa (*Medicago sativa*) for Northwestern Canada. – Proc. of an International Grassland Congress. Kyoto, p. 184...185, 1985.
- McKenzie J. S., Paquin R., Duke S. H. Cold and heat tolerance. – Alfalfa and alfalfa improvement. – Agron. Monogr. 29, p. 259...302, 1988.
- Perfect E., Miller R. D., Burton B. Root morphology and vigor effects on winter heaving of established alfalfa. – Agron. J., vol. 79, 1061...1067, 1987.
- Røsnes K., Junttila O., Ernstsens A., Sandli N. Development of cold tolerance in white clover (*Trifolium repens* L.) in relation to carbohydrate and free amino acid content. – Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci., vol. 43, p. 151...155, 1993.
- Sheaffer C. C., Marten G. C. Alfalfa cutting frequency and date of fall cutting. – J. Prod. Agric., vol. 3, p. 486...491, 1990.
- Sheaffer C. C., Lacefield G. D., Marble V. L. Cutting schedules and stands. – Alfalfa and alfalfa improvement. – Agron. Monogr. 29, p. 411...437, 1988.
- Sheaffer C. C., Barnes D. K., Warnes D. D., Lueschen W. E., Ford H. J., Swanson D. R. Seeding-year cutting affects winter survival and its association with fall growth score in alfalfa. – Crop Sci., vol. 32, p. 225...231, 1992.
- Shimada T. A new concept on the critical harvest period of forage crops in autumn. – Low temperature physiology and breeding of northern crops. – Proc. of a Japan-Russia Workshop. Sapporo, p. 35...41, 1994.
- Shin J. S., Park G. J., Cha Y. H., Lee P. S., Yun J. S. Effect of cutting height on the winter survival, early spring yield and energy production of italian ryegrass, tall fescue and perennial ryegrass. II Comparison of chemical composition, energy production and relationship of yields. – J. of the Korean Soc. of Grassland Sc., vol. 8(1), p. 20...25, 1988.
- Sholar J. R., Caddel J. L., Stritzke J. F., Berbert R. C. Fall harvest management of alfalfa in the Southern Plains. – Agron. J., vol. 75, p. 619...622, 1983.
- Silkett V. W., Megee C. R., Rather H. C. The effect of late summer and early fall cutting on crown bud formation and winterhardiness of alfalfa. – Agron. J., vol. 27, p. 53...62, 1937.
- Stont D. G. The critical fall harvest period for alfalfa in interior British Columbia. – Can. J. of Plant Sc., vol. 66, p. 565...578, 1986.
- Takeda Y. Cold and disease resistance of alfalfa cultivars for introducing to cold and humid regions of Hokkaido. – Low temperature physiology and breeding of northern crops. – Proc. of a Japan-Russia Workshop. Sapporo, p. 105...110, 1994.
- Tronsmo A. M. Induced resistance to frost and snow mould fungi, molecular and biochemical basis. – The overwintering of agricultural crops, theories and test methods. – Proc. of NJF Seminar. Umeå, p. 5...10, 1993.
- Volenc J. J., Joern B. C., Cunningham S. M. Effect of potassium nutrition on carbohydrate and protein metabolism in alfalfa roots. – Agronomy Abstracts of ASA 88<sup>th</sup> Annual Meeting. Indianapolis, p. 103, 1996.
- Yoshida M. Physical state of crown water in overwintering wheat. – Low temperature physiology and breeding of northern crops. – Proc. of a Japan-Russia Workshop. Sapporo, p. 49...52, 1994.