

## ЗАЈЕДНИЧКА СВОЈСТВА ВИШЕГОДИШЊИХ ТРАВА

За потпуније познавање, а потом и успешније гајење и искоришћавање вишегодишњих трава неопходно је да се истакну њихова најважнија биолошка и физиолошка својства.

Биолошки (животни) циклус вишегодишњих трава одвија се у вегетативној и генеративној фази пораста и развића.

*Вегетативна фаза* – Вегетативна фаза вишегодишњих трава почиње након клијања и ницања усева и праћена је повећањем биомасе биљака. Трајање ове фазе је различито и одговара формирању биљних органа (корен, стабљике, лишће, цветни пупољци, ...) чиме се обезбеђује одржавање вегетације преко минералне исхране, фотосинтезе, дисања, и др. чинилаца биљне производње.

За разлику од развића биљака као физиолошког својства, пораст се манифестује на уједначенији начин. Сваки новоформирани део биљке за собом повлачи активно умножавање ћелија и повећање волумена биљака. То се дешава, почев од различитих меристема смештених у корену, лишћу, нодусима и цветним пупољцима. У време пораста, промене на биљци су мање изражене, али су значајне промене у количини суве материје, која се повећава (сл. 1).

*Генеративна фаза* – Генеративна или репродуктивна фаза биљака почиње у периоду када изванредан број вегетативних ћелија престаје да формира вегетативне органе да би се формирали репродуктивни изданци. Генеративна фаза завршава се сазревањем семена и, евентуално, природним расејавањем семена.

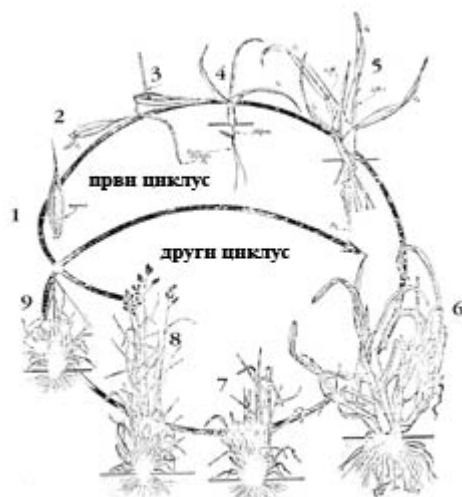
Кретање вегетационог циклуса вишегодишњих трава је, већим делом, аналогно стрним житима. Међутим, семе вишегодишњих трава одликује се многим специфичностима, о чему мора да се води рачуна приликом сетве.

Пошто је семе вишегодишњих трава обавијено плевицама, у правом смислу речи, оно није видљиво. Семе трава је ситно, са малом количином резервне хране, а енергија клијања је доста ниска (око 80%). Поред тога, клијавост брзо опада са старашћу семена. Иако је тешко утврдити стандарде за енергију клијавости семена трава, одређивање и познавање енергије клијавости може да се користи као поуздан тест за процену снаге клијања (вигора) семена ових биљака.

Код неких врста, између семена и омотача семена постоји празан простор, што, такође, отежава усвајање воде и брже клијање и ницање.

*Клијање и ницање* – Након сетве, оно што претходи клијању и ницању семена јесте влажење семена. Због тога неопходно је да сетвени слој земљишта, односно „постеља” за семе буде довољно влажна. За клијање и ницање, влажење семена није значајна количина воде, као што

је одговарајућа и континуирана влажност земљишта, након што је клијање започело. Осим тога, неопходна је и одговарајућа дубина сетве, што зависи, између осталог, од масе семена, и др. (таб. 16).

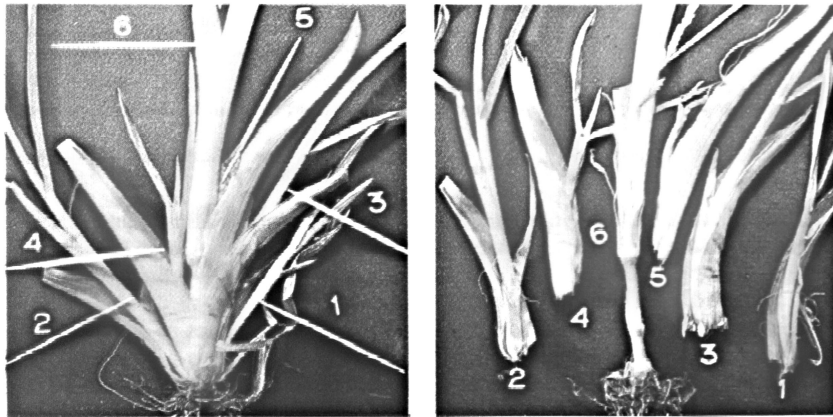


Слика .1. Циклус раста и развића јежевице:  
 1. семе; 2. клијање; 3. почетак ницања - појава колеоптила; 4. ницање; 5. почетак бокорења; 6. пуно бокорење; 7. почетак влатања; 8. цветање-сазревање семена; 9. кошење (семе);  
 б. регенерација – други пораст (Barloy, 1977)

С обзиром на то да је семе трава веома ситно, у случају дубље сетве, резервна количина хране из семена се потроши пре појаве колеоптиле на површини. Ако се, пак, колеоптиле и појаве, оне су нежне, крхке, те касни и појава првог листа.

*Бокорење* – Бокорење је једна од најважнијих биолошких особина влатастих трава. Наиме, бокорење трава представља биолошку способност да биљке сваке године дају нове изданке (сл. 2). Код вишегодишњих трава, након клијања и ницања у доњем делу главне стабљике формира се неколико врло кратких интернодија и на њиховим нодусима листови. Тај део биљке представља *чвор бокорења*. Из бочних пупољака формираних у пазуху листова тога чвора бокорења, развијају се бочни изданци првог реда. По истом принципу, са чворова бокорења тих изданака формирају се бочни изданци другог реда, а са њихових чворова бокорења бочни изданци трећег реда, итд.

За добро бокорење трава неопходни су одређени услови, и то: обезбеђеност биљака водом и минералним материјама, затим одговарајуће ваздушне особине земљишта, одговарајући топлотни услови, светлост, и др.



Слика 2. Жејевица у фази бокорења (лево) и нови вегетативни изданци (десно), (GNIS, 75.25)

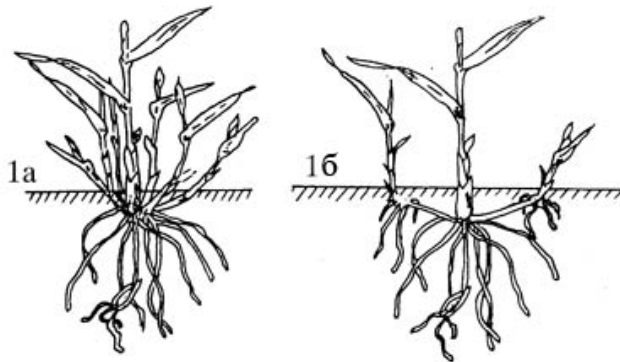
Све влатасте траве не бокоре се на исти начин. Тако на пример, код трава са збијеним бокором чворови бокорења формирају се изнад површине земљишта, као што је то случај са тврдачом (*Nardus stricta*), док се код трава са растреситим бокором чворови бокорења формирају испод површине земљишта.

*Подела влатастих трава по начину бокорења* – Пошто бокорење трава бива из пупољака (коленаца), који могу бити у земљишту, на површини земљишта, или на подземним стаблима (*ризомима*), према начинима бокорења обављена је подела трава у четири групе, и то:

1) Влатасте траве које се бокоре из подземних пупољака, који се налазе на главној стабљини, одмах испод површине земљишта (сл. 3).

На основу повезаности новоформираних изданака са чвором бокорења, односно да ли изданци избијају непосредно из чвора бокорења, или, пак, формирају краћа (не сегментирана) подземна стабла која потом избијају на површину, овај тип бокорења се дели на два подтипа, и то: *подтип а*, и *подтип б*.

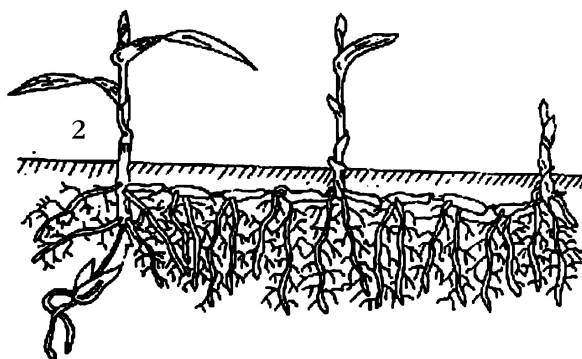
а) У првом случају (*подтип а*) бокорења трава, новоформирани изданци избијају на површину земљишта непосредно из примарног чвора бокорења под оштрим углом и тако формирају збијен бусен. Траве овог подтипа бокорења формирају џомбасту и мање стабилну ледину која је мање повољна за примену механизације за кошење и спремање сена и др. Од трава које се бокоре по овом подтипу, од најважнијих, сврставају се жејевица (*Dactylis glomerata*), маџји реп (*Phleum pratense*), француски љуљ (*Arrhenatherum elatius*), и др. (сл. 3а). Траве овог подтипа бокорења размножавају се семеном, али се за потребе оплемењивања могу да размножавју и вегетативно (клоновима).



Слика 3. Бокорење трава из пупољака смештених испод површине земљишта:  
а – збијен бус, б – полурастресит бус (Ерић и сар., 1996)

б) У другом случају (*подтип б*) бокорења трава, бројна кратка, некада и дужа подземна - не сегментирана стабла дужине 5-10 cm, расту хоризонтално и под правим углом у односу на матичну биљку. Потом, та стабла избијају на површину земљишта формирајући полузбијен или полурастресит бусен. У влагасте траве овог подтипа бокорења сврставају се лисичји реп (*Alopecurus pratensis*), ливадски вијук (*Festuca pratensis*), црвени вијук (*F. rubra*), италијански љуљ (*Lolium italicum*), енглески љуљ (*L. perenne*) и друге. Ове траве веома добро покривају и везују земљиште, стварају стабилну и трајну ледину пашно-косног типа травњака (сл. 3б). Биљке ове групе размножавају се првенствено семеном, али и вегетативно (клоновима).

2) Класасте траве које се бокоре из пупољака на главном стаблу испод површине земљишта, али формирају кратка и многобројна подземна стабла (ризом тип бокорења).



Слика 4. Бокорење властих трава из пупољака на подземним стаблима – ризом тип (Ерић и сар., 1996)

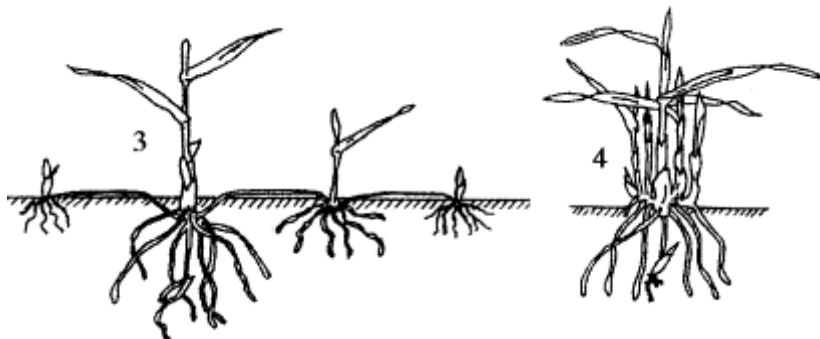
У односу на матичну биљку, из примарног подземног стабла, готово под правим углом избијају подземна сегментирана стабла (*ризоми*). Сваки

ризом из свог базалног дела формира сопствени корен, који на предњем делу носи вегетативне пупољке способне да дају нове биљке. Овим типом бокорења одликује се група властистих трава које формирају растресити бусен и добро вежу земљиште, али стварају слабу, нестабилну ледину, па се јако сабијају гажењем, испашом или кретањем механизације (сл. 4). Најважнији представници овог типа бокорења су зубача (*Cynodon dactylon*), права ливадарка (*Poa pratensis*), бела росуља (*Agrostis alba*), и друге.

Размножавање ове групе трава је генеративно (семеном), а најчешће вегетативно.

3) Класасте траве које се бокоре из пупољака на подземним стаблима, код којих се чвор бокорења формира испод површине земљишта (столон тип бокорења).

Код овог типа бокорења трава, из чвора бокорења избијају нови краћи или дужи изданци (*столони*), који пузе по површини. Из коленаца столона формирају се адвентивни коренови који се ужиљавају, формирајући секундарни бусен. Властисте траве овог типа бокорења стварају доста стабилну ледину, добро везују и покривају земљиште (сл.5.3). Најважнији представници трава овог типа бокорења су трстика (*Phalaris arundinacea*), трска (*Phragmites communis*), бела росуља (*Agrostis alba*), спљоштена ливадарка (*Poa compressa*), безоси власен (*Bromus inermis*), и др. Траве ове групе живе дуго, до 10 година, и углавном се размножавају вегетативним путем и семеном.



Слика 5. Бокорење властистих трава из пупољака смештених испод – столон тип (3) и изнад површине земљишта – збијен бус (4), (Ерић и сар., 1996)

4) Класасте траве, које се бокоре из пупољака, а који се налазе на главном стаблу изнад површине земљишта

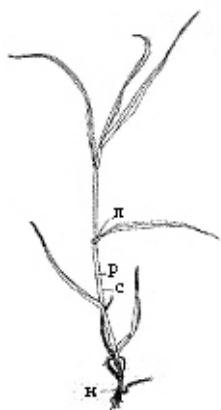
Код трава овог типа бокорења, млади изданци, односно нова стабла, избијају из пупољака који се налазе при дну главног стабла, али изнад површине земљишта и формирају збијен бусен. Ови изданци иду истовремено са главним стабљикама (сл. 5.4). У ову групу трава спадају високи бусен (*Dechampsia caespitosa*), оштрељ или тврдача (*Nardus stricta*), овчији вијук (*Festuca ovina*), степски вијук (*F. sulcata*), дуголисна ливадарка (*Poa longifolia*), и др.

*Влатање трава* – Након завршетка фазе бокорења, властисте траве прелазе у фазу влатања. У фази влатања долази до пораста генеративних

органа и других вегетативних стабљика. Почетак влатања трава је када се на примарном изданку појави прво коленице. Пораст изданака почиње од првих, или доњих чланака.

Код исте врсте трава, у фази влатања формирају се две врсте стабљика, и то: краће – *вегетативне стабљике* са неколико чланака, и дуже – *генеративне стабљике*, које ће бити са цвастима, цветовима и донеће плод, односно семе.

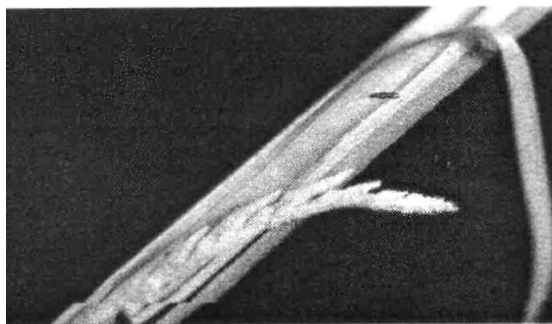
Стабљика трава састоји се из дугачких чланака (*интернодија*) с одговарајућим бројем задебљалих чворова (*нодуса*). Изнад свакога чвора налази се меристемско ткиво. При дну лисне дршке развија се лисна *сара* или *рукавац* који мањим или већим делом обавија стабљику. Лисни рукавац код трава има улогу механичке заштите меристема и доприноси чврстоћи стабљика. Он чува меристемско ткиво од механичких повреда, улажења атмосферских падавина, прашине и бактерија, а тиме и од појаве труљења. На месту прелаза рукавца у лиску, налази се језичасти израштај или *лигула*. У основи лиске обично се формирају ушасти израштај (*auriculae*). Ове творевине служе да одводе кишне капи изван рукавца. На основу облика и величине лигула вишегодишње траве могу да се распознавају у вегетативној фази раста и развића (сл. 6).



Слика 6. Изглед стабљике траве са листовима:  
с – стабљика; н – чвор (нодус); р – рукавац;  
л – лигула (језичак)

С обзиром на то да траве формирају више чланака, или интернодија, први чланак је најкраћи, истовремено и најдебљи. Следећи чланак је дужи од претходног, док је вршни чланак најтањи и најдужи. По правилу, сваки чланак носи један лист са рукавцем. Вршни чланак развија лист у потпуности, а који у рукавцу носи плодноне органе. Односно, појава плодноне органа – класа или метлице, означено је као почетак класања, или појаве метлица.

*Пораст трава* – Интензиван пораст влатастих трава почиње у време када је врх цвасте - класа или метлице у унутрашњости стабљика на висини 10 cm, што је познато и као фаза "цваст – класолика метлица 10 cm изнад површине земљишта" (сл. 7).



Слика 7. Метлица високог вијука након уздужне секције стабљике „10 cm изнад површине земљишта“, (GNIS, 81.11)

У почетку фазе интензивног пораста вишегодишње траве су најпогодније за искоришћавање испашом, када је, на пример, висина биљака високог вијука око 30 cm. После искоришћавања испашом, а након регенерације биљака, осим лишћа, нема појаве стабљика (сл. 7).

*Класање* – Фаза класања, или метличења, може да се означи када је код половине биљака дошло до појаве класа или метлице. У тој фази, најпогодније је обавити кошење травњака за спремање сена, сенаже или силаже, и др.

*Цветање, опрашивање, оплодња и сазревање семена* – Код вишегодишњих властистих трава цветање наступа осам до 15 дана после класања или метличења. Цветање трава током дана је различито. Неке траве, као што су мачји реп, ливадски вијук, француски љуљ, лисичји реп, јежевица, црвени вијук, енглески љуљ и права ливадарка цветају рано изјутра. Насупрот томе, друге траве, као што је безоси власен, и др. цветају у после подневним сатима (око 17 часова).

Када је реч о опрашивању, већина властистих трава се опрашује ветром (анемофилно). Властисте траве након опрашивања и оплодње пролазе кроз неколико фаза зрелости семена, и то: млечна зрелост, жута или воштана зрелост, пуна зрелост и презрелост.

Имајући у виду чињеницу да је семе трава различите крупноће, углавном, доста ситно и лако опада, као што је то случај са француским љуљем, и др. да би се избегло осипање, у производњи семена је неопходно да се жетва обави мало раније, када је, још увек, зрелост семена доста неуједначена.

### **Раностасност и/или касностасност трава**

На основу појаве репродуктивних органа у пролеће, вишегодишње траве могу да се поделе у три групе, и то:

*Раностасне* траве које доспевају од половине априла до половине маја, као што су лисичји реп (*Alopecurus pratensis*), француски љуљ (*Arrhenatherum elatius*), ране сорте јежевице (*Dactylis glomerata*), безоси власен (*Bromus inermis*), и друге;

Средњестасне траве доспевају од половине маја до краја маја, међу којима су жежевица (*Dactylis glomerata*), ливадски вијук (*Festuca pratensis*), безоси власен (*Bromus inermis*), италијански љуљ (*Lolium italicum*), енглески љуљ (*L. perenne*), црвени вијук (*Festuca rubra*), права ливадарка (*Poa pratensis*), и друге;

Касностасне траве које доспевају крајем маја до половине јуна, као што су маџи реп (*Phleum pratense*), росуље (*Agrostis* sp.), и друге.

У зависности од врсте, такође, између сорти вишегодишњих трава постоје значајне разлике у раностасности, односно касностасности, па могу да се разликују сорте, и то: врло ране, ране, средње ране, интермедијерне, средње касне, касне и врло касне сорте (шема 2, 3).

Шема 2. Интервал искоришћавања вишегодишњих трава напасањем (фаза: “цваст – клас, или метлица 10 cm изнад површине земљишта”)\*, (GNIS, 1969)

Врста	АПРИЛ	МАЈ
Италијански и хибридни љуљ	BP P CP CK K BK	
Жежевица	BP P CP CK K BK	
Високи вијук	BP P CP CK K BK	
Ливадски вијук		P K
Маџи реп		P CP CK BK
Енглески љуљ		P CP CK BK

\*) Раностасност врста (ознака): BP = врло рана, P = рана, CP= средње рана, Инт = интермедијарна, СК= средње касна, К = касна, ВК = врло касна

Шема 3. Интервал искоришћавања вишегодишњих трава и легуминоза кошењем (50% биљака у фази појаве репродуктивних органа (GNIS, 1969)

Врста	АПРИЛ	МАЈ	ЈУНИ
Италијански и хибридни љуљ	BP P CP CK K BK		
Жежевица	BP P CP CK K BK		
Високи вијук	BP P CP CK K BK		
Ливадски вијук		P K	
Маџи реп		P CP Инт СК К ВК	
Енглески љуљ		P CP Инт СК К ВК	
Луперка		BP P CP	
Црвена детелина		BP P CP CK K	

\*) Раностасност врста (ознака): BP = врло рана, P = рана, CP= средње рана, Инт = интермедијарна, СК средње касна, К = касна, ВК= врло касна



*Трајност трава и легуминоза и погодност за различите начине искоришћавања* – Дужина живота влатастих трава и легуминозних крмних биљака једно је од значајних биолошких својстава. По трајности, оне се деле на једногодишње, двогодишње и вишегодишње (таб. 5).

Табела 5. Трајност, биолошка својства вишегодишњих трава и легуминоза у повољним условима гајења и при одговарајућем искоришћавању

Врста	Трајност (година)	Својства
Италијански љуљ	1	тип <i>Westervoldicum</i> - факултативне сорте
Италијански љуљ	1-2	осетљив на ниске температуре и сушу
Црвена детелина	1-2	неке сорте са дужином живота до три године
Хибридни љуљ	2-3	нове сорте су трајније од италијанског љуља
Безоси власен		у неким случајевима, трајност до четири године
Жути звездан		у односу на друге врсте, одликује се ниском конкурентском способношћу
Јежевица	> 4	трајност шест до осам година
Високи вијук		добро заснован усев, трајност 10 и више година
Ливадски вијук		осетљив на сушу и високе температуре
Мачји реп		у односу на друге врсте, одликује се ниском конкурентском способношћу
Енглески љуљ		постоје краткотрајне сорте
Луцерка		већи број сорти су осетљиве на често кошење и различите начине искоришћавања
Бела детелина		веома адаптабилна врста

Једногодишње влатасте траве сетвом у пролеће формирају цветносне стабљике и исте године плоносе. Двогодишње влатасте траве плоносе у другој години, а неке вишегодишње почев од треће године, па до краја живота. У вези с тим, једногодишње влатасте траве не препоручују се за заснивање сејаних травњака, него су погодне за гајење у чистој сетви, као ораничне крмне биљке. Двогодишње влатасте траве погодне су за гајење у чистој сетви, или за заснивање травно-легуминозних смеша, као краткотрајни травњаци, или за подсејавање природних ливада и пашњака.

Средње трајне и вишегодишње траве погодне су за заснивање сејаних травњака намењених за коришћење од три до пет и више година (таб. 6, 8).

*Висина стабљика* – Висина стабљика је једно од изузетно важних квантитативних својстава крмних биљака, па и влатастих трава, што непосредно утиче на висину приноса. Према висини стабљика, влатасте траве деле се у три групе, и то: високе влатасте траве са просечном

висином стабљика преко 70 cm, средње високе са висином 40-70 cm, и ниске траве, чија је висина стабљика до 40 cm.

Табела 6. Захтеви вишегодишњих трава према земљишту, трајност у повољним условима, заснивање усева и погодност за искоришћавање

Врста	Захтеви према земљишту	Трајност (година)	Заснивање усева	Погодност за искоришћавање	
				први пораст	други пораст
Јежевица	одговара већина типова	5-10	доста тешко, споро ницање	спремање силаже	испаша
Високи вијук	одговара већина типова	> 10	доста тешко, споро ницање	спремање силаже	испаша/кошење
Безоси власен	добра земљишта	3-4	лако, брзо ницање	испаша/кошење	испаша
Хибридни љуљ	одговара већина типова	до 3	лако, брзо ницање	спремање силаже	силажа/испаша

С обзиром на то својство, високе траве су погодне за гајење у чистој сетви, или у смеси са крмним легуминозама, пре свега, за производњу биомасе. Насупрот томе, ниске траве су погодне за заснивање травњака (чиста сетва и/или у смеси са легуминозама) за напасање домаћих животиња, за игралишта, спортске терене, као парковске биљке, и друге травњаке.

### ЕКОЛОШКИ ИНДЕКСИ КРМНИХ И ДРУГИХ БИЉАКА

Познавање индикаторских вредности крмних биљака омогућава да услови станишта у одређеним фитоценозама могу да се одреде на основу њиховог флористичког састава. Свака биљна врста расте и успешно се одржава само у одређеним условима станишта, па је у већој или мањој мери она индикатор својстава станишта. У вези с тим, однос биљака према еколошким факторима изражава се еколошким индексима.

У одређивању еколошких индекса врста биљака, основни показатељи су *еколошки оптимум* и *еколошка валенца* према одређеном фактору спољашне средине.

- Еколошки оптимум неке биљне врсте представља део градијента околине у којем се та врста, најчешће јавља, где је и њена бројност, покривност и социјалност највећа.

- Еколошка валенца указује на степен толерантности биљне врсте. Односно, она показује опсег колебања једног еколошког фактора у оквиру којег је могућ опстанак одређене врсте.

На основу толерантности биљака према условима спољне средине, еурвалентне врсте су прилагођене на велико варирање еколошких фактора, имају широку еколошку валенцу, што им омогућава опстанак у веома различитим срединама. Насупрот овим, стеновалентне биљке су прилагођене малом варирању еколошких фактора, па имају уске границе толерантности.

У флористичко-еколошким радовима данас се најчешће користе еколошки индекси које је разрадио швајцарски фитоеколог Landolt (1977), цит. Црнчевић и сар. (2002).

Еколошки индекси одређују еколошки оптимум одређене биљне врсте у односу на поједине факторе спољашне средине, као што су: влажност (F), хемијска реакција (R), садржај азотних материја (N), количина органских материја (H), дисперзност или аерисаност средине (D), салинитет (S), светлосни режим (L), температура (T) и континенталност (K).

За сваку биљну врсту одређена је бројчана вредност, док је варијабилност појединих еколошких фактора изражена скалом од 1 до 5. Мање нумеричке вредности означавају слабије захтеве биљака према одређеним факторима средине, док веће бројчане вредности указују на веће захтеве биљака.

Значај примене и коришћења индикаторских вредности еколошких индекса је једноставан. На основу дефинисаних одлика врста и њихових популација, могућа је еколошка процена карактеристика и бонитета станишта. На основу тих вредности, свака биљна врста може да послужи као тест организам који одражава услове, стање и квалитет животне средине.

*F* – Вредност еколошког индекса за влажност  
(водни режим станишта)

- (1) Биљка распрострањена на веома сувим стаништима. Ксерофита. Индикатор изразито сушних станишта.
- (2) Биљка може да расте на веома сушним, али и на умерено сушним стаништима. Субксерофита. Индикатор умерено сушних станишта.
- (3) Биљка расте на умерено влажним стаништима. Мезофита. Индикатор средње влажности станишта у којима се не јавља сушни период.
- (4) Биљка увек расте на влажном станишту, тј. у условима константно великог садржаја воде на подлози, те високе релативне влажности ваздуха. Хигрофита. Индикатор влажних станишта.
- (5) Биљка живи у воденој средини. Хидрофита – хидрохелиофита. Поред овог еколошког индекса, често се налази ознака која ближе описује положај тих биљака у води:
  - u – субмерзна,
  - v – флотантна, укореењена,
  - s – флотантна, неукореењена,

i – емерзна (амфибијска, мочварна),  
w – биљка се јавља на стаништима промењене влажности  
↑ - текућа вода.

*R* – Вредност еколошког индекса за хемијску реакцију (pH)

- (1) Биљка расте на веома киселом станишту (pH 3-4,5). Ацидофилна биљка. Индикатор изразито киселе средине.
- (2) Биљка расте, углавном, на киселом станишту (pH 3,5-5,5). Припада прелазној групи између ацидофилних и неутрофилних биљака. Индикатор киселе средине.
- (3) Биљка расте на неутралном до слабо киселом станишту. Неутрофилна биљка.
- (4) Биљка расте на неутралном до слабо базном станишту (pH 5,5 и више). Индикатор неутралне до алкалне средине.
- (5) Биљка расте увек на базном станишту (pH 6,5 и више). Базофилна врста. Индикатор базне, кречњаком богате средине.

*N* – Вредност еколошког индекса за садржај биогених минералних материја, посебно једињења азота

- (1) Биљка расте на станишту са малом количином биогених минералних материја, посебно азота. Изразити индикатор олиготрофних екосистема.
- (2) Биљка расте на станишту сиромашном у садржају биогених минералних материја, посебно једињења азота. Индикатор олиготрофних екосистема.
- (3) Биљка расте на станишту с умереним садржајем биогених минералних материја, посебно једињења. Индикатор мезофилних екосистема (средње продуктивних екосистема).
- (4) Биљка расте на станишту релативно богатим у садржају биогених минералних материја, нарочито једињења азота. Индикатор еутрофних екосистема.
- (5) Биљка расте на станишту са великом количином биогених минералних материја. Изразити индикатор еутрофних екосистема (веома продуктивних екосистема).

*H* – Вредност еколошког индекса за садржај органоминаралних једињења - хумуса

- (1) Индикатор станишта без хумуса.
- (2) Индикатор станишта са малим садржајем органоминаралних једињења.
- (3) Индикатор станишта са средњим садржајем органоминаралних једињења.
- (4) Индикатор станишта релативно богатог у садржају органоминаралних једињења.

- (5) Индикатор станишта богатог хумусом. Изразити индикатор хумусних станишта.

*D* – Вредност еколошких индекса за прозачност, аерисаност, тј. дисперзност

- (1) Биљка живи на оскудном и неразвијеном земљишту (у пукотинама стена, на површини стена).
- (2) Биљка живи на станишту, где пречник честица у зони кореновог система прелази 2 mm.
- (3) Биљка живи на станишту где се пречник честица у зони кореновог система креће од 0,05 mm до 2,0 mm на веома добро аерисаном станишту.
- (4) Биљка живи на станишту где се пречник честица у зони кореновог система креће од 0,002 mm до 0,5 mm на добро аерисаном станишту.
- (5) Биљка живи на станишту где је пречник честица у зони кореновог система мањи од 0,002 mm. Слабо аерисано станиште.

*S* – Вредност еколошког индекса за салинитет

- + = Индикатор заслањене средине са повећаним садржајем Na-јона.  
- = Индикатор незаслањене средине

*L* – Вредност еколошког индекса за светлост

- (1) Биљка расте у условима екстремне засењености (до 3% пуне дневне светлости). Сциофита. Индикатор изразите сенке.
- (2) Биљка расте у условима до испод 10% пуне дневне светлости. Припада прелазној групи између сциофита и полусциофита. Индикатор сенке.
- (3) Биљка расте у условима релативне јачине осветљености и не може да опстане у условима испод 10% пуне дневне светлости. Полусциофита. Индикатор полусенке.
- (4) Биљка успева на директној светлости, али подноси слабију или јачу засењеност. Припада прелазној групи између полусциофита и хелиофита. Индикатор светлости.
- (5) Биљка успева у условима пуне дневне светлости. Хелиофита. Индикатор изразито осветљене средине.

*T* – Вредност еколошког индекса за топлотне односе (температурни режим биљака)

- (1) Биљка адаптирана на ниске температуре, има кратак вегетациони период (типична високопланинска и арктичка биљка). Припада фригорифилној еколошкој групи биљака. Индикатор веома хладних станишта.

- (2) Биљка слабо термофилна, са главним распрострањењем у субалпском појасу. Припада прелазној групи између фригорифилних и мезотермних биљака. Индикатор хладних станишта.
- (3) Већином широко распрострањена, мезотермна биљка. Индикатор је умеренохладних до умеренотоплих станишта.
- (4) Термофилна биљка, широко распрострањена, нарочито у средњој Европи. Индикатор је топлих станишта.
- (5) Изразито термофилна биљка. Индикатор је најтоплијих станишта.

*K* – Еколошки индекс за континенталност  
(климатски индекс)

Еколошки индекс за континенталност представља однос најважнијих фактора климе: температуре и влажности. Ниске вредности овог индекса указују на минимално одступање температуре и велику влажност ваздуха, насупротив томе, високе вредности означавају велика одступања температуре и веома смањену влажност ваздуха.

- (1) Биљка живи у условима високе релативне влажности ваздуха, блажих зима, где влада океанска клима.
- (2) Биљка не подноси високе температурне екстреме и позне мразеве, живи у условима субокеанске климе.
- (3) Биљка живи у условима изван континенталних подручја.
- (4) Биљка живи у условима где влада умерено континентална клима.
- (5) Биљка живи у условима мале релативне влажности ваздуха и високих температурних разлика (топла сува лета и хладне зиме), тј. искључиво у континенталним условима.

### **ОДНОСИ ИЗМЕЂУ ВРСТА** (Индекси конкуренције трава и легуминоза)

Биљне врсте, као што су траве, легуминозе и друге, живе у биљним заједницама или фитоценозама, па једна на друге имају одређени утицај, што се одражава на њихову производност, дужину живота, и др. Пошто траве и легуминозе живе у густим склоповима, то ће у одређеним условима, у потреби за опстанком и доминацијом у агрофитоценози довести до међусобне конкуренције. Као крајњи резултат биолошке борбе за доминацијом, животним простором јесте "победа" јаче врсте, док друге слабо конкурентне врсте бивају потискиване и ишчезавају из дотичне биљне заједнице. Због тога, неопходно је указати на међусобне односе најважнијих врста трава и легуминоза, што је од посебне важности приликом избора врста за заснивање травњака, или траво-легуминозних смеша за одређене намене (таб. 7).

Е. Klapp (1956) један је од првих истраживача који је указао на односе врста у густом склопу и њихових биолошких способности за овладавањем животним простором, па је међусобну конкурентност врста означио "*степеном потискивања*". Изучавајући ову проблематику, Ј. Сарута (1962) је ову појаву означио "*индексом конкуренције*", док се у САД-у овај појам третира као "*индекс компетенције*", у основи, то су иста гледишта.

Табела 7. Употребна вредност, индекси конкуренције (ИК) и количине семена трава и легуминоза за смеше (Ј. Сарута, цит. Батиница и сар., 1968)

Врста	ИК	Употребна вредност семена (А)	Чиста сетва kg/ha (В)	Количина семена за смеше (kg/ha)			
				Индекс конкуренције (ИК)			
				1	2	3	4
Бела росуља	2	72	12	9	12	15	18
Обична росуља	1	70	10	10	12,5	15	17,5
Лисичји реп	2	55	55	41,3	55	68,8	82,5
Француски љуљ	3	72	50	25	31	50	62,5
Безоси власен	2	78	50	37,5	50	62,5	75
Петлова крестица	1	84	30	30	37,5	45	52,5
Јежевица	3	72	30	15	32,5	30	37,5
Високи вијук	1	81	50	50	62,5	75	87,5
Ливадски вијук	1	81	50	50	62,5	75	87,5
Црвени вијук	1	80	40	40	50	60	70
Италијански љуљ	4	81	25	12,5	12,5	18,8	25
Енглески љуљ	4	81	35	17,5	17,5	26,3	35
Једн. иглиј. љуљ	4	82	50	25	25	37,5	50
Трстика	1	70	25	25	31,3	37,5	43,8
Мачји реп	1	87	20	20	25	30	35
Барска ливадарка	1	70	24	24	30	36	42
Права ливадарка	1	68	32	32	40	48	56
Златни овсик	2	60	24	16	24	30	36
Жути звездан	1	76	20	20	25	30	35
Барски звездан	2	75	14	10,5	14	17,5	21
Дуњица	2	77	30	22,5	30	37,5	45
Обична луцерка	4	82	30	15	15	22,5	30
Еспарзета	3	87	180	90	135	180	225
Хибридна детелина	2	82	20	15	20	25	30
Црвена детелина	4	82	22	11	11	16,5	22
Бела детелина	2	82	16	12	16	20	24

У вези с тим, у густом склопу "јача" биљна врста, осваја животни простор и потискује "слабију" врсту из биљне заједнице, па је прва адаптабилнија према условима успевања у односу на слабије врсте.

На основу изучавања "*индекса конкуренције*" врста у биљним заједницама, Ј. Сарута групише траве и легуминозе у четири групе, и то:

- Врсте с индексом један (1) су најслабије, и потискују их друге врсте које су означене с индексом 2, 3 и 4;

- Врсте с индексом два (2) су конкурентније у односу на прве, али их потискују врсте с индексом 3 и 4;
- Врсте с индексом три (3) су конкурентније у односу на претходне, али их потискују најконкурентније (4);
- Врсте с индексом четири (4) су најконкурентније и потискују друге означене с индексима 1, 2 и 3.

Познавању односа биљних врста у смешама изражених преко "*индекса конкуренције*", приликом одређивања количине семена за заснивање сејаних травњака, мора се обратити одговарајућа пажња. Наиме, уколико се за заснивање травњака препоручује већи број врста (преко четири) са различитим "*индексом конкуренције*", количине семена слабо конкурентних врста морају да се повећају за 25%, 50%, па и 100% у односу на количине семена у чистој сетви, што зависи и од квалитета семена, односно његове употребне вредности. Из тих разлога за вишегодишње траве и легуминозе истакнут је индекс конкуренције (Сарута, 1962; цит. Батиница и сар. 1968), (таб. 7).

### **Захтеви крмних биљака према условима за успевање**

Готово све биљке за производњу сточне хране имају изражене захтеве према условима успевања. У већини случајева, за њихово успевање потребна су дубока и плодна земљишта, да нема изражених температурних колебања, да је у време вегетационог периода обезбеђена довољна количина влаге, и др. Ипак, међу биљкама за производњу сточне хране постоје врсте са знатно мањим захтевима према условима успевања. Такве врсте одликују се израженом адаптабилношћу за успевање у мање повољним, чак и неповољним агроеколошким условима, па је познавање захтева крмних биљака према условима успевања утолико значајније.

На раст и развиће крмних биљака и испољавање њиховог производног потенцијала за принос биомасе утичу, поред генотипа и бројни чиниоци, као што су еколошки услови (топлота, светлост, вода, минералне материје, и др.), агротехника, као и интеракција генотип x спољна средина.

*Топлота* – Потребе биљака за топлотом су велике и значајне за све функције организма. У вези с тим, различите биљке имају различите захтеве за топлотом. У условима када се температуре повећају изнад одређеног температурног прага, онда у њима почињу интензивнији физиолошки процеси. У вези с тим Гатарих (2005) наводи распоред температурних прагова од 0<sup>0</sup>С, 5, 10, 20 и 25<sup>0</sup>С за неке производне регионе. Наиме, праг од 0<sup>0</sup>С је доња граница активног живота биљака, а изнад 5<sup>0</sup>С почиње активна вегетација већине стрних жита, па и крмних биљака, док изнад 10<sup>0</sup>С активно расту термофите као што су кукуруз, грашак и др. Пошто топлотни услови непосредно утичу на животне циклусе биљака, то се разликују:

Минималне температуре - Када је реч о минималним температурама, потребним за раст и развиће крмних биљака, или тзв. „нултој вегетацији“,



потребно је указати на то да се испод неке минималне температуре пораст биљака знатно успорава, или пак зауставља. За већину трава температурни праг од 5°C означава почетак вегетације у пролеће и крај вегетације у јесен. Ипак, вишегодишње траве се међусобно значајно разликују по температурном прагу. Тако су на пример, минималне температура за раст и развиће мачијег репа 0°C, италијанског љуља 3-4°C, енглеског љуља и јежевице 6-7°C, високог вијука 0-2°C. У вези с тим, минималне температуре одређују кретање вегетације вишегодишњих трава у пролеће, или раностасност биљака, као и касни јесењи пораст.

Максималне температуре - Високе температуре могу неповољно да утичу на вегетациони пораст крмних биљака. Према максималним температурама, свака од врста вишегодишњих трава се различито понаша. Тако су за енглески љуљ високе температуре 27-30°C, за јежевицу 35°C, за високи вијук 35-40°C. У извесном степену, на неповољно дејство високих температура током лета може да се утиче избором толерантнијих врста и сорти (водећи рачуна о адаптабилности врста) и њиховој отпорности према високим температурама, као и ђубрењем, наводњавањем, и другим агротехничким мерама.

Оптималне температуре - Између двеју лимитирајућих температура (минималне и максималне), пораст крмних биљака је различит. Највећи пораст биљака остварује се при оптималним температурним условима између 15-25°C за траве, односно за легуминозе 20-25 °C. Међутим, овакви топлотни услови су тешко остварљиви, имају различит утицај на сваки биљни орган, а најчешће делују у заједници са другим чиниоцима (светлост, фотосинтеза).

Температура је основни фактор који утиче на брзину биохемијских реакција и на глобални раст и развиће биљака. Полазећи од ове чињенице, израчунавање суме температура има своју практичну примену. У вези с тим, потребно је сагледати пропорционалност између количине топлоте и пораста биљака, или синтезе новог органа биљке.

Уколико нема лимитирајућих чиниоца за пораст и развиће биљака, а који су карактеристични за први пораст у пролеће, према Hnatyszyn *et* Guais (1988), сума температура може да се израчуна према формули:

$$\Sigma t^0 = \Sigma(t_{srednja} - t_0)$$

$$t_{srednje} = \frac{t^0_{max} + t^0_{min}}{2},$$

где је:  $t^0$  - минимална температура која може да одговара теоријској нултој вегетацији, што за неке врсте износи  $t^0 = 0^\circ\text{C}$ .

За формирање новог листа вишегодишњих трава, најчешће, потребна је сума температура 100-200°C, што зависи од врсте, па је за италијански љуљ и мачији реп потребно 125-130°C, за енглески љуљ 130-150 °C, а за јежевицу 180-200°C.

Пошто пораст и развиће биљака зависе од временских услова, који се често испољавају значајном варијабилношћу, у том случају, односи

брзине пораста и суме температура су у још већој зависности. Тако је, на пример, потенцијал пораста високог вијука сорте „ludel“  $11,4 \text{ kg}^0\text{C}/\text{дан}$ , жељевице „lucifer“  $8,7 \text{ kg}^0\text{C}/\text{дан}$ , а природног травњака око  $10 \text{ kg}^0\text{C}/\text{дан}$ .

Имајући у виду суме температура од последњег кошења у јесен, могуће је приближно предвидети време када ниво производње у пролеће може да се очекује од  $1,5 \text{ t/ha}$ .

Утицај температурних промена - У онтогенези вишегодишњих трава температурне промене имају посебан утицај на појаву јаровизације (код неких трава дејством нижих, код других дејством виших температура), а што је неопходно за формирање репродуктивних органа. У тзв. термофази, биљке су веома осетљиве на температурне промене. Појава температурних промена у једном периоду, а чије се дејство испољава након престанка овог фактора, у другом периоду, назива се индукција физиолошког процеса.

У вези с тим, захтеви крмних биљака према температурним променама су веома различити, што зависи од врсте, чак и сорте. На основу захтева вишегодишњих трава према температури, постоје озиме и јаре форме, као и факултативне врсте и сорте. Уколико ниске температуре трају дуже, може доћи до измрзавања надземних делова биљака, али, регенерација може да наступи и појавом повољнијих топлотних услова.

*Светлост* - Светлост је основни чинилац у биљној производњи. На биљку светлост утиче својим интензитетом, спектром и дужином сунчевог сјаја. Као главни извор енергије, светлост утиче на интензитет фотосинтезе, а може да има и неповољан утицај на брзину пораста. Светлост делује на промене понашања меристема вегетационих купа, када се уместо лисних примордија формирају цветне примордије. Посебно, или у комбинацији са температуром, оба фактора индукују цветање, делујући на биљке у осетљивим фазама, као што су термофаза, односно, фотофаза. У току фазе индукције, дужина дана утиче на појаву цветања.

За улазак биљака у генеративну фазу, траве захтевају различиту дужину дана, што зависи од врсте и сорте (8-16 h дневно).

*Вода* - Вода је посебан вегетациони чинилац који обезбеђује биљку потребним водоником и кисеоником. Кретање воде у земљишту и њено усвајање посредством кореновог система обезбеђује биљку неопходним хранљивим елементима. Због тога је обезбеђеност биљака водом један од основних чинилаца у производњи. Биљке за производњу сточне хране су, према томе, мање или више осетљиве на недостатак, а некада и на сувишне количине воде у земљишту.

Међу вишегодишњим крмним биљкама с израженом толерантношћу према суши, од трава се истичу пиревина (*Agropyrum repens*), високи вијук (*Festuca arundinacea*), бромуси (*Bromus catharticus*, *B. erectum*) и жељевица (*Dactylis glomerata*). Насупрот томе, италијански љуљ (*Lolium italicum*), енглески љуљ (*L. perenne*) и маџи реп (*Phleum pratense*) су осетљивији према суши. Од вишегодишњих легуминоза најтолерантније према суши су луцерка (*Medicago sativa*) и еспарзета (*Onobrichis*

*viciaefolia*), док су осетљивије црвена детелина (*Trifolium pratense*) и бела детелина (*T. repens*).

**Ваздух** – Као фактор климе, ваздух делује на биљке својим саставом и кретањем у облику ветра. С аспекта биљне производње најважнији састојци ваздуха су кисеоник (21%), угљен-диоксид (0,02-0,03%) и азот (78%).

Кисеоник - Садржај кисеоника у ваздуху је довољан за несметан раст и развиће крмних биљака. Такође, кисеоник у земљишту је потребан за раст и развиће кореновог система и других подземних делова биљака, за живот многих микроорганизама, за бројне хемијске и биохемијске реакције. У вези с тим, побољшање аерације земљишта посебно је значајно на тежим ритским и влажним земљиштима или земљиштима ливада и пашњака, а постиже се, пре свега, одговарајућом обрадом и негом травњака.

Угљен-диоксид (CO<sub>2</sub>) – Угљен-диоксид је од великог значаја за зелене биљке, за фотосинтезу и производњу органске материје, пошто се биомаса биљака састоји 40-50% од угљеника пореклом из ваздуха. Угљеник је главни извор енергије. У процесу фотосинтезе, биљке усвајају CO<sub>2</sub> из ваздуха, а интензитет усвајања овог гаса зависи од енергије сунчеве светлости и стања усева.

Значај исхране биљака угљеником манифестује се на различите начине, и то:

- на тренутну производњу у процесу фотосинтезе,
- на будући пораст, подстичући формирање нових зелених органа, способних да усвајају угљеник,
- на будућност биљака обезбеђењем резерве, пре свега шећера у основи стабљика, што је неопходно за презимљавање и поновни пораст.

**Минералне материје** - Међу минералним елементима азот има највећу улогу у производњи биомасе, а чији су ефекти веома значајни. Његов утицај на биљке је посебно везан за усвајање угљеника, што се огледа у следећем: усвајање воде је повећано, ефикасност фотосинтезе је боља, подстиче се пораст надземних делова биљке.

Осим азота, неопходно је да се обрати посебна пажња на исхрану биљака другим минералним елементима, као што су макрохранљиви (фосфор, калијум) и други елементи (магнезијум, сумпор, калцијум, олигоелементи, и др.). Њихова улога је, углавном, различита. Да би се избегао њихов недостатак, биљка може да их усвајати из земљишта у довољним количинама.

**Захтеви крмних биљака према земљишту** - Од врста крмних биљака које имају најизраженије захтеве према земљишту истичу се француски љуљ (*Arrhenatherum elatius*), безоси власен (*Bromus inermis*), јежевица (*Dactylis glomerata*), ливадски вијук (*Festuca elatior* или *F. pratensis*), енглески љуљ (*Lolium perenne*), италијански љуљ (*L. italicum*), маџи реп (*Phleum pratense*), луцерка (*Medicago sativa*), црвена детелина (*Trifolium*

*pratense*), александријска детелина (*T. alexandrinum*), сточни грашак (*Pisum arvense*), сточни боб (*Vicia faba*), грахорице (*V. sativa*), и друге. Успешно гајење ових биљака као и трајност вишегодишњих врста је на најбољим, дубоким, плодним и хумусним земљиштима, са добро обезбеђеним хранљивим материјама (таб. 8).

Табела 8. Трајност усева и погодност трава и легуминоза за гајење у различитим земљишним условима

Трајност усева	Земљиште		
	Тешко и глиновито	Добро и дубоко	Лако и песковито
6 до 8 месеци	Италијански љуљ	Италијански љуљ	Италијански љуљ
1 до 2 године	Италијански љуљ Црвена детелина	Италијански љуљ Црвена детелина	Италијански љуљ
4 и више година	Мачји реп Енглески љуљ Високи вијук	Енглески љуљ Јежевица Луцерка	Јежевица

На слабијим, сиромашнијим земљиштима могу да успевају бројне врсте ђиповина (*Andropogon* sp.), овас (*Avena sativa*), усправни власен (*Bromus erectus*), обично просо (*Panicum miliaceum*), раж (*Secale cereale*), крмни сирак и суданска трава (*Sorghum* sp.), галега (*Galega officinalis*), звездани (*Lotus* sp.), различите врсте лупина (*Lupinus* sp.), бели кокотац (*Melilotus albus*), тригонела или грчка детелина (*Trigonella Foenum-groecum*), озима маљава грахорица (*Vicia villosa*), и друге.

Од врста биљака за производњу сточне хране којима одговарају тежа и глиновита земљишта истичу се јежевица (*Dactylis glomerata*), ливадски вијук (*Festuca elatior*), енглески љуљ (*Lolium perenne*), мачји реп (*Phleum pratense*), сточни грашак (*Pisum sativum*), слачица (*Sinapis arvensis*), и др.

Међу врстама крмних биљака осетљивих на повећан садржај креча у земљишту (ацидофилне биљке) истичу се бела лупина (*Lupinus albus*), усколисна лупина (*L. angustifolius*), жута лупина (*L. luteus*). Такође, од биљака које подносе карбонатна земљишта, али су ипак погоднија сиромашнија земљишта у карбонатима, могу да се наведу овас (*Avena sativa*), ливадски вијук (*Festuca elatior*), енглески љуљ (*Lolium perenne*), мачји реп (*Phleum pratense*), права ливадарка (*Poa pratensis*), раж (*Secale cereale*), александријска детелина (*Trifolium alexandrinum*), црвена детелина (*T. pratense*), и др.

У групи алкалофилних биљака које захтевају присуство карбоната у земљишту истичу се еспарзета (*Onobrychis viciaefolia*), усправни власен (*Bromus erectus*), и др. У ову групу биљака које подносе, или којима одговарају алкална земљишта, чак и земљишта која нису повољна, уз услов да су други чиниоци повољни, могу да се сврстају и обична луцерка (*Medicago sativa*), жута луцерка (*M. falcata*), бели кокотац (*Melilotus albus*), обична грахорица (*Vicia sativa*), сточни грашак (*Pisum sativum*), и друге.

Од халофитних врста крмних биљака могу да се наведу бекманова трава (*Beckmannia eruciformis*), јечам (*Hordeum sativum*), бели кокотац (*Melilotus albus*), звездан (*Lotus creticus*), луцерка (*Medicago marina*) и

друге. Ове врсте се доста добро адаптирају на заслањена земљишта, ако присуство соли у њима не прелази 0,03% ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : максимално 0,03%), (Villax, 1963).

Међу крмним биљкама које су толерантније на прекомерно влажење земљишта, на којима је ниво подземних вода често висок током године, или су земљишта подложна плављењу, могу да се наведу вишецветни италијански љуљ (*Lolium multiflorum*) и високи вијук (*Festuca arundinacea*). Такође, неке врсте као што су лисичји реп (*Alopecurus pratensis*), трстика (*Phalaris arundinacea*), мекана медуница (*Holcus lanatus*) и друге, имају повећане захтеве према води, па им одговарају земљишта која су током године често плављена.

*Друге специфичности крмних биљака* - Бројне врсте вишегодишњих трава добро, или доста добро подносе засену и могу да успевају у воћњацима или испод дрвећа. Међу биљкама с овим својством су бела пузајућа росуља (*Agrostis stolonifera*), лисичји реп (*Alopecurus pratensis*), жежевица (*Dactylis glomerata*), високи вијук (*Festuca arundinacea*), енглески љуљ (*Lolium perenne*), и др.

Већи број врста крмних биљака веома добро успева на нагибима, насипима, банкинама, и др. пре свега, због полегљивости стабљика, па столонима штите земљиште од ерозије. У погодне врсте које би одговарале за заштиту земљишта од ерозије могу да се наведу пиревина (*Agropirum repens*), бела пузајућа росуља (*Agrostis stolonifera*), безоси власен (*Bromus inermis*), зубача (*Cynodon dactilon*), права ливадарка (*Poa pratensis*), ливадски вијук (*Festuca elatior*), високи вијук (*Festuca arundinacea*) и др.

Поред ових специфичних својстава, вишегодишње крмне биљке могу да се умножавају клоновима, док неке врсте не подносе пресађивање као што је обична грахорица (*Vicia sativa*).

Када је реч о времену пораста крмних биљака, за разлику од континенталних услова, у медитеранском подручју, неке од једногодишњих крмних биљака развијају се и током зиме. Такође, постоје и вишегодишње врсте и сорте које расту и у зимском периоду. У ову групу спадају француски љуљ (*Arrhenatherum elatius*), бромуси (*Bromus catharticus*, *B. erectus*, *B. inermis*), жежевица (*Dactylis glomerata*), ливадски вијук (*Festuca pratensis*), мекана медуница (*Holcus lanatus*), мачји реп (*Phleum pratense*), црвена детелина (*Trifolium pratense*), бела детелина (*T. repens*), жути звездан (*Lotus corniculatus*), и друге.

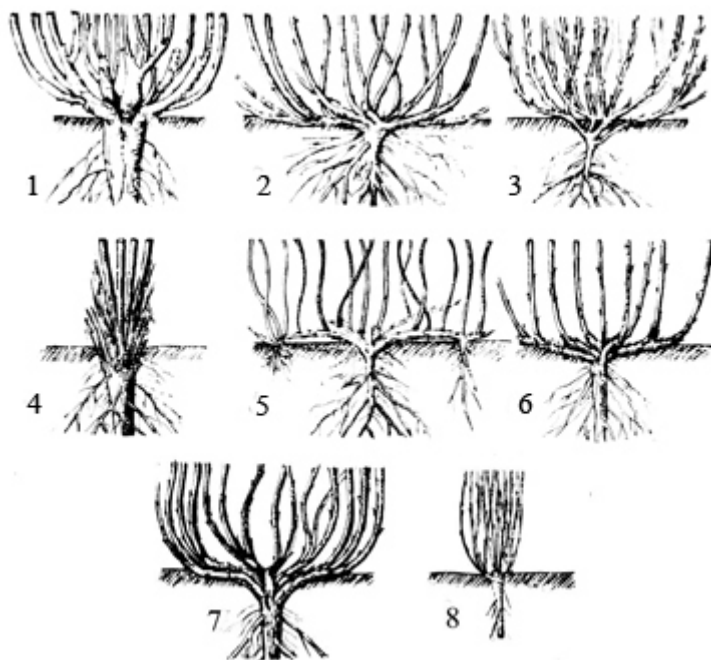
### Утицај легуминозних биљака на земљиште

Познато је да се у земљишту, осим бројних врста микроорганизама, налазе и бактерије које живе у симбиози са легуминозним биљкама (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*). После ницања легуминоза, након 10-14 дана, бактерије које су веома заступљене у земљишту, пролазе у унутрашњост, тачније у ћелије корена. Пролазећи кроз коренске длачице, оне се убрзано умножавају и провозирају биљно ткиво на дељење. Ћелије почињу да се интензивно умно-

жавају и на крају се формирају квржице. Као што је познато, ове бактерије имају способност да усвајају атмосферски азот из земљишта. Симбиотске бактерије користе овај азот за своју исхрану, а сувишну количину уступају биљци домаћину, од које добијају угљене хидрате.

Ако су повољни услови за активност ових бактерија, фиксација атмосферског азота је веома интензивна, па могу да се обезбеде све потребе биљке у азоту. Ове количине азота користе надземни делови биљке, а корен и квржице остају у земљишту, што чини велику количину унетог азота (Јарак и сар. 1995).

Крмне легуминозе одликују се веома добро развијеним и дубоким кореновим системом (сл. 8, 9). Коренске длачице траже ваздух између честица земљишта како би бактерије могле да фиксирају азот у највећим количинама. Ако је земљиште богато фосфором и калијумом и, уз услов других повољности за азотофиксацију, утолико је развој кореновог система интензивнији. Практично, коренов систем легуминоза развија се неупоредиво више у односу на друге гајене биљке. Као последица тога, након убирања усева, у земљишту остају знатно веће количине кореновог система, те поред азота, легуминозе земљиште обогаћују и органском материјом.



Слика 8 - Различити облици кореновог система вишегодишњих легуминоза: 1. луцерка, 2. жута луцерка, 3. дуњица, 4. црвена детелина, 5. бела детелина, 6. хибридна детелина, 7. еспарзета, 8. жути звездан (Villax, 1963)

С обзиром на то да легуминозне биљке имају вретенаст корен који продире више или мање до већих дубина у земљиште, то омогућава да се успостави већи контакт између ораничног и дубљих слојева земљишта (таб. 9). Кретање воде и хранљивих материја у земљишту постаје много активније, како према дубљим тако и површинском слоју, па је и промена температурних услова много лакша. Такође, вретенаст коренов систем легуминозних биљака може да има ефекте као једна врста дренаже, а посебно, дубоких и збијенијих земљишта. У земљишту се стварају мали вертикални канали, који као такви остају извесно време и после хумификације кореновог система, што утиче на побољшање физичких својстава, а индиректно и на побољшање биолошких и хемијских особина земљишта.

*Квржичне бактерије и инокулација* - Под општим називом "квржичне бактерије" сврставају се различите групе бактерија које живе у симбиози на кореновом систему легуминозних биљака. Свака група бактерија развија се само на једној или мањем броју врста легуминоза. Према Bergey (1984. цит. Говедарица и Јарак, 1995) на корену легуминоза живе специфичне групе бактерија, и то:

- *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* - за врсте из рода *Trifolium*,
- *R. meliloti* - за врсте родова *Medicago*, *Melilotus* и *Trigonella*,
- *Rhizobium loti* - за врсте родова *Anthyllis*, *Lotus*, *Cicer*, неке лупине, *Onobrychis*,
- *R. leguminosarum* bv. *viciae* - за врсте родова *Vicia*, *Pisum*, *Lens*, *Lathyrus*,
- *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* - за врсте рода *Phaseolus*
- *Bradyrhizobium* sp. (*R. lupini*) - за врсте родова *Lupinus* и *Ornithopus*
- *B. japonicum* - за врсте из рода *Glycine*.

Свака од група бактерија има специфичне захтеве према легуминозама и земљишним условима. Тако, *R. meliloti* не подноси кисела земљишта, док *R. lupini* (*Bradyrhizobium* sp.) подноси и алкална земљишта. Активност различитих група бактерија може да се повећа ђубрењем фосфорним и калијумовим ђубривима, а смањи азотним ђубривима (Villax, 1963). Вубрење азотним минералним ђубривима може да има различити утицај на активност *Rhizobium*-а. Тако, на пример, уношењем азотних ђубрива, активност *R. leguminosarum* је најчешће задовољавајућа, а *R. trifolii* знатно смањује активност, док активност *R. meliloti* готово престаје. Такође, на активност ових бактерија утиче количина воде у земљишту. Ако је земљиште под водом, или је засићено до површине, бактерије губе своју улогу. Њихова активност је условљена структуром земљишта, а фиксација атмосферског азота је већа, уколико је земљиште растреситије у односу на тешка и збијена земљишта. Такође, садржај органских материја у земљишту у умереним количинама подстиче активност бактерија, док је у сувишним количинама њихова активност успорена.

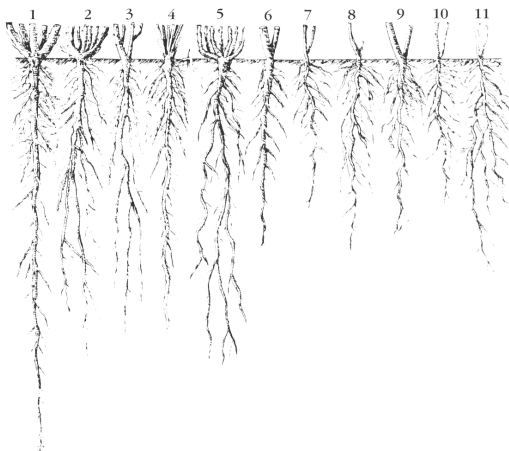
Ефикасност *Rhizobium*-а може бити веома различита, пошто је дужина живота ових бактерија врло кратка (1-2 дана). У зависности од промена услова

средине (температура, осветљење, дуги дан или кратки дан, влажност, суша, хранљиве материје, вегетација и други фактори), јављају се нове генерације бактерија које се смењују у земљишту. Исте бактерије могу бити врло ефикасне, или индиферентне, па чак могу да испоље и неповољне ефекте. Штавише, у земљишту могу да се појаве бактериофаге, које уништавају корисне бактерије (Говедарица и Јарак, 1995). У том случају, може да се обави инокулација земљишта или семена с ефикаснијим сојевима бактерија.

Насупрот многим и још увек недовољно познатим чиниоцима, који утичу на активност бактерија, на различите начине може да се утиче на подстицање нодулације легуминозних биљака. У првом случају, потребно је одабрати земљиште које одговара за гајење легуминоза. У другом случају, са земљишта на којем је гајена легуминозна биљка, од ораничног слоја узме се 1-2 t земљишта које се равномерно распореди по површини земљишта које жели да се обогати корисним бактеријама. После растурања ове количине земљишта, потребно је обавити орање или тањирање површина. Ову меру обогаћивања земљишта корисним микроорганизмима најбоље је обавити у току јесени.

За инокулацију семена користе се препарати са специфичним сојем бактерија које одговарају врсти легуминозних биљака, што ће утицати на брзину нодулације и симбиотске азотофиксације. Пре сетве, семе се меша са препаратом, а потом се обавља сетва. Светлост може неповољно да утиче на бактерије третираног семена, па је неопходно избегавати директну сунчеву светлост. Поштујући упутства за примену микробиолошких препарата, биће остварен успех у бактеризацији семена и унапређење производње крмних легуминоза.

*Облик и развој кореновог система легуминоза* - Када се говори о развоју кореновог система крмних легуминоза (сл. 9, таб. 9), врсте ових биљака могу да се сврстају у пет група, и то:



Слика 9 - Развијеност кореновог система легуминозних биљака:

1. обична луцерка, 2. хибридна луцерка, 3. ждралџика (кокотац),
4. црвена детелина, 5. еспарзета, 6. бела лупина, 7. грашак, 8. сточни грашак,
9. боб, 10. обична грахорица, 11. маљава грахорица (Villax, 1963)



1. Биљке са вретенастим кореновим системом који се развија веома дубоко у земљиште, где спадају: луцерка (*Medicago sativa*) која има мање секундарних коренова, хибридна луцерка (*M. media*), чији су секундарни коренови доста бројни, жута луцерка (*M. falcata*), чији се коренов систем развија до средње дубине, али је велика бројност секундарних коренова.

2. Биљке са вретенастим кореновим системом и добро развијеним, који се развија доста дубоко у земљиште, са више или мање секундарних коренова: бели кокотац (*Melilotus albus*), црвена детелина (*Trifolium pratense*), еспарзета (*Onobrychis viciifolia*).

3. Биљке са вретенастим и добро развијеним кореном, али са мањом дужином у земљишту, корен који се не грана, или се грана незнатно, а секундарни коренови су малобројни: бела лупина (*Lupinus albus*), плава лупина (*L. angustifolius*), жута лупина (*L. luteus*).

4. Биљке са вретенастим и средње развијеним кореном, на којима се формира доста секундарних коренова: александријска детелина (*Trifolium alexandrinum*), инкарнатска детелина (*T. incarnatum*), персијска или медитеранска детелина (*T. resupinatum*), сточни боб (*Vicia faba*), обична грахорица (*V. sativa*), маљава грахорица (*V. villosa*), сточни грашак (*Pisum arvense*).

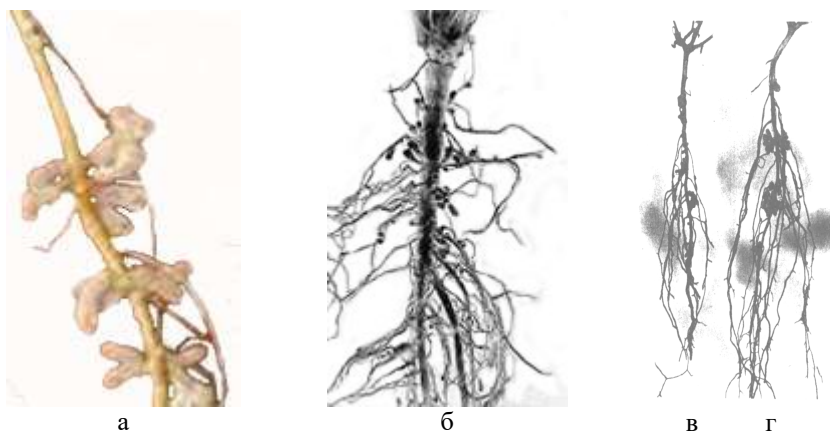
5. Биљке са слабо развијеним главним кореном, који се често рачва, са доста бројним секундарним кореновима: сточни грашак (*Pisum sativum*), састрица (*Lathirus sativus*), бела детелина (*Trifolium repens*), пасуљ (*Phaseolus vulgaris*), и др.

Табела 9. Средња дужина главног корена легуминозних биљака

Легуминоза	Дужина корена (cm)	Легуминоза	Дужина корена (cm)
Бела лупина	80-100	Подземна детелина	80-100
Плава лупина	90-110	Еспарзета	200-300
Жута лупина	100-120	Боб	70-100
Хибридна луцерка	150-250	Панонска грахорица	60-90
Обична луцерка	200-400	Обична грахорица	60-90
Кокотац	150-200	Маљава грахорица	80-120
Бела детелина	40-60	Сточни грашак	80-100
Инкарнатска детелина	80-100	Баштенски грашак	60-80
Црвена детелина	150-200	Соја	60-80
Александријска детелина	60-80	Пасуљ	40-60

*Обогаћивање земљишта* - Ако је бројност коренских квржица на корену веома заступљена (око 0,5 % у односу на надземни део биљке и коренов систем), ако су услови за микробиолошку активност повољни, укупни азот који се налази у биљци је пореклом из атмосфере. Познавајући количину кореновог система, бројност квржица, количину жетвених остатака, као и садржај азота у њима, може да се израчуна количина хумуса и азота, којом је земљиште обогаћено. Међутим, веома је тешко израчунати, чак немогуће, количину кореновог система и квржица у земљишту. Због тога, више аутора је изучавало ову проблематику гајењем легуминоза у пољу или у вегетационим судовима. Односно, било је бројних покушаја да се дође до корелације између тежине надземног дела биљке и кореновог система. Постоји висока позитивна корелација између ових двеју тежина, а развој кореновог система је релативно већи у земљиштима, која су сиромашнија и лакшег механичког састава у односу на глиновита и плоднија земљишта.

*Нодулација* – Када је реч о процесу нодулације, он је доста једноставан. Квржичне бактерије се приближе коренској длачици биљке домаћина. На месту додира бактерије и корена ћелијски зид корена увлачи и затвара бактерију. Бактерија се дели и формира низ (инфективна нит), који пролази у паренхим корена, стимулише ћелије паренхима на деобу, и, услед настанка повећаног броја ћелија, ствара се израштај, квржица или нодула (сл. 10).



Слика 10. Квржице на корену лудерке - *R. meliloti* (а, б) и грахорице - *R. leguminosarum*: в - без инокулације, г - с инокулацијом

Бактерија је у паренхиму обавијена сопственом мембраном, кроз коју пролазе хранљиве материје. У фази интензивног пораста и развића биљке, активност бактерија је највећа. Уз помоћ ензима нитрогеназе, бактерије редукују  $N_2$  у  $NH_4^+$ , који се веже за органске киселине у Кребсовом циклусу и настају аминокиселине, неопходне за биосинтезу биљних протеина. Потребну енергију за овај процес биљке добијају из биљних производа фотосинтезе.

Старењем биљке, након отпадања квржица, део бактерија остаје у остацима корена и преживљава до поновног успостављања симбиотских односа, а највећи део пропада. Због тога је потребна поновна инокулација семена или земљишта.