

Adatok az akácnak nitrogényűjtő bakteriumokkal való oltásához.

Írta: Dr. vitéz Bokor Rezső.

A természetben egyik legcsodálatosabb jelenség a nitrogénnek a levegőből való megkötése biológiai úton és ezen a módon a nitrogénnek a szerves anyagok körfolyamataiba való bevonása. A természettudományi kutatás mai állása szerint a nitrogént a levegőből, amely korlátlan mennyiségben állana a zöld növényvilág rendelkezésére, közvetlenül hasznosítani, megkötni — hogy biológiai szakkifejezéssel éljek —, csak a mikroszervezetek és ezek közül is csak meghatározott csoportok képesek. A zöld növények közvetlenül a levegőből a nitrogént felvenni mai tudásunk szerint nem tudják, sőt a legújabb kutatások szerint erre azok a mykorrhiza gombák sem képesek, amelyek az erdőgazdasági termelés tárgyát képező fákkal élnek bizonyos körülmények között szimbiózisban.

A sok mikroba közül, amelyek a levegő szabad nitrogéniumát közvetlenül megkötni képesek, a következőkben csak azokkal óhajtók foglalkozni nagy vonásokban, amelyek a hüvelyesek (*Leguminosae*) gyökereivel élnek közös háztartásban és nagy gazdasági jelentőségre tettek szert. Majd az erdőgazdát leginkább érdeklő, az *akác* gyökerein kisebb-nagyobb gumócskákban élő mikrobák jelentőségét óhajtom ismertetni saját kísérleteim alapján. Ezekkel gyakorlati szempontból óhajtottam tisztázni olyan kérdéseket, amelyek ismerete nélkül az akácoltás gyakorlati vonatkozásaiban nem nő túl a laboratóriumi kísérletek keretein.

A *Leguminosae* — a hüvelyesek — gyökerein vele együttélő bakteriumokat közös néven *Bacillus radicicola* néven ismerjük. A faj azonban élettani szempontból számos alfajtára különül el az évezredes fejlődés következtében, úgy hogy gyakorlatilag azt lehet mondani, hogy minden a hüvelyesek közé tartozó növénynek külön, sajátos *Bacillus radicicola*-ja van, amely egyedül képes vele szimbiózisba lépni. Müller és Stapp idevonatkozó igen széles alapokon nyugvó és egész Németország területére kiterjedt vizsgálatai után

ma már a következő csoportokat különböztetjük meg. 1. *Pisum*, *Lens*, *Vicia*, *Lathyrus*. 2. *Trifolium*. 3. *Lupinus*, *Ornithopus*. 4. *Medicago*, *Melilotus*, *Trigonella*. 5. *Phaseolus*. 6. *Anthyllis*, *Tetragonolobus*, *Lotus*. 7. *Genista*, *Acacia*. 8. *Soja*. 9. *Robinia*. 10. *Onobrychis*. 11. *Coronilla*. 12. *Amorpha*. 13. *Caragana*. 14. *Strophostyles*. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy csak az egy csoportba tartozó baktériumfajta képes ugyanazon csoportba tartozó zöld növényvel együttélni. Tehát akácot csak az akác, borsót csak a borsó stb. *B. radicolajával* olthatom be a siker reményében. Meg kell jegyeznünk továbbá, hogy amely talajon az illető zöld növény még nem tenyészett, ott nem fog gumócska kifejlődni, mert hiányzik a talajból a sajátos *Bac. radicolajával*. Igaz, hogy ezeket a baktériumokat a szél stb. odahozhatja és megtelepülhetnek, de ez nagyon sok időt, többször talán évtizedeket vehet igénybe, míg a kellő mértékben elszaporodnak. Viszont ha a talajba akár közvetlenül, akár a vetőmaggal belevisszük a sajátos *B. radicolajával*-t, megrövidítjük az időt és a nitrogénellátás tekintetében, amely rendszeren a minimumban van jelen az erdőtalajban a többi tápláló elemhez képest, a zöld növényt többé-kevésbé függetlenítettük a talaj nitrogénvegyületeitől és a növény elhalása, illetőleg kitermelése után talajunkat gazdagítottuk is nitrogénben.

A mezőgazdaság a talajoltás gyakorlati hasznát már régen felismerte és használja, az oltóanyag termelésével egész ipar foglalkozik és különböző védett neveken kerül forgalomba az oltóanyag (pl. *Azotogén*). Az erdőgazdaságban először Németországban láttam egész vágásterületet *Lupinus*-szal bevetve előzetes oltás mellett talajjavítás céljából. Nagyon jól beválik a *Lupinus* (sárga) csemetekertek talajának javítására is zöldtrágyázás útján. Ebben az esetben tehát a sárga *Lupinus*-nak *B. radicolajával* kell beoltanom a vetőmagot, ha azon a területen *Lupinus* még sohasem tenyészett. Hogy a zöld növény learatása vagy alászántása után a baktériumok hány évig élnek a talajban tovább, arra határozott adataink még nincsenek minden növényre vonatkozólag. A szójababra vonatkozóan Amerikában végzett kísérletek azt állapították meg, hogy a szója *B. radicolajával*

cola-ja a zöld növény elhalása vagy eltakarítása után szabadon a talajban még négy esztendeig él és virulens. Valószínűleg ez az adat a többiekre is alkalmazható kisebb-nagyobb eltérésekkel.

Az oltás gyakorlati hasznát egy kísérleti példán mutatom be *v. Feilitzen* után, aki oly talajon, ahol még a sárga *Lupinus* nem tenyészett, a mag oltásával a következő eredményeket érte el:

oltás nélkül termett zöldnövény súlya 14.75 q
 oltva *Azotogén*-kultúrával, zöld növény súlya 169.00 q
 oltva baktériumos földdel, zöld növény súlya 191.00 q
 Tehát közel a 10-szeresére emelkedett a nedvesen-zölden mért földfeletti növény anyagmennyisége ugyanazon tenyésztési feltételek mellett.

A talaj savanyúsága iránt a gyökérgumóbaktériumok kevésbé érzékenyek. A legkedvezőbb fok mégis körülbelül $ph = 5 - ph = 7$ körül van, bár vannak (pl. a *Soja* baktériuma csak $ph = 3.6$ reakció mellett pusztul el), amelyek a talaj savanyúságát jól bírják.

Az erdőgazdaságot közelebbről, a talajjavítás célját szolgáló eseteken kívül az egyetlen ákác érdekli, mint amelynek gyökérgumócskái vannak és így oltása számba jöhet. Itt említtem meg, hogy ugyancsak a *Leguminosae*-hoz tartozó *Gleditschia* az egyetlen fa, amelynek *Fehér* és *Bokor* megállapításai szerint ninesen gyökérgumóbaktériuma.

Az ákácoltásnál a következő kérdések voltak előzőleg, mint ismeretlenek, tisztázandók: 1. Mesterséges mag- vagy talajoltást alkalmazzunk-e? Azt tudjuk, hogy az oltás hasznos és több gyökérgumócska képződésére vezet, de melyik oltásmód vezet jobb eredményre, arra vonatkozólag hiányoztak az adatok. 2. Az oltásmódok közül melyik a legcélravezetőbb? 3. Nem alakultak-e ki a *Robinia B. radicola*-ja körén belül esetleges tájfajták, amelyek az oltásnál figyelembe veendőek volnának? 4. Van-e az oltott — tehát sok gumócskával ellátott — és a gumócska nélküli növények nitrogéntartalma, illetőleg nitrogéngazdálkodása között különbség?

Hogy a gyökérgumócskák minél nagyobb számban való kifejlesztésére, illetőleg keletkezésük elősegítésére szük-

ség van, azt számos az Alföldön és a Dunántúlon végzett ökológiai vizsgálataim erősítik meg. Ugyanis nagyon sok jól tenyésző és optimális növekedésben levő fa gyökérzetét tártam fel és mindenütt összefüggést találtam a fa növekedése és a gyökérgumócskák jelenléte között. Ahol az ákác sínylődött, növekedésében elmaradt, ott sehol sem találtam gyökérgumócskát. Így a szegedi legjobb növekedést mutató kísérleti területünkön kiásott kb. 25 éves fa gyökérzetén a homok átrostálásával (óriási munka!) igen nagyszámú 500—600 darab, különböző nagyságú gumócskát találtam. Feltételezhető, hogy ezek 80%-a résztvesz a nitrogénkötés munkájában. Legnagyobb részük a felső, 2—3 cm mélységű talajrétegben, egészen közel a felszínhez helyezkedik el a finom hajszálgyökerek tömegén, amelyek rendes körülmények között a homokon nőtt ákácon a felső talajréteget átmeleg átszövik. Számuk a talajszelvényen lefelé menve, rohamosan csökken, míg 20 cm alatt homokon is már csak szórva nyosan találunk gumócskát. A gumócskák azért helyezkednek el nagy tömegükben a talajszinthez közel, hogy elegendő levegő álljon rendelkezésükre. A nitrogénkötés munkájához ugyanis óriási energiára van szükségük, amelyet erőteljes lélekzéssel állítanak elő, ehhez pedig a levegő oxigénje szükséges. Az oxigénnel való zavartalan ellátást az erdőtalaj a maga jellegzetes laza kialakulásával biztosítja és mindaddig nincs is baj, míg a felső talajréteget nem tömörítjük mestersegesen, pl. *mértéktelen legeltetés útján* a legelő állatok tiprásával, amelynek ákácosban az a következménye lehet, hogy a gyökérgumóbaktériumok nem jutnak elegendő levegőhöz és elpusztulnak. Ezáltal a növény táplálásában zavar áll elő, amely növekedéscsökkenéshez vagy teljes megálláshoz és esetleg a kipusztuláshoz vezethet.

Nem egy ákác fiatalos kipusztulását éppen ez a legeltetés okozta, csak nem ismerték fel az igazi okot. Még idősebb állomány életében is zavart okozhat az a körülmény, hogy a talajtömörítés folytán kipusztulnak a baktériumok és a legeltetés kezdetéig általuk rendelkezésre bocsátott nitrogén-mennyiséget a fa azontúl gyökerei útján közvetlenül a talajból kénytelen felvenni. Ehhez új hajszálgyökér-

rendszer kifejlesztésére van szükség. A fa megsínyli pár évig ezt a táplálkozásban való, hogy úgy mondjam „átállítást“, de még nincs baj, ha a talaj elegendő nitrogénvegyülettel rendelkezik. Ha a felveendő nitrogénvegyület — mint a gyenge homokon általában — kevés, úgy a baktériumok nitrogénkötő munkájának a táplálkozásból való kikapcsolása az állomány pusztulásához vezethet.

A magam részéről csak azt mondhatom, hogy ákác-talajt, illetőleg ákácállományt semmiféle körülmények között ne legeltessünk. Talán kivételt és engedményt tehetünk idős állományoknál a vágás előtt pár évvel, amidőn az elpusztuló gyökérgumócskák nitrogéniuma a fa részéről reszorbeáltatik és mire újabb nitrogén-kötésre volna szükség, a fát már úgyis kivágják. Ebben az esetben is a levágás után talajlazításra volna szükség. Mivel ezt gyakorlatban nagyon ritkán adják meg a talajnak, ha csak az újratelepítés nem történik csemetével, még a fenti engedményt is revízió alá kell vonni. Még jó, ha a tuskó kiszedésekor nagyobb kerületű gödröt ásnak, mert ezen a helyen a talajt mégis megforgatják, lazítják és az újra képződő hajszálgökök gumócskáinak megint van levegőjük a talajban.

Érdekes jelenség az ákác gyökérzeténél homokon, hogy a gyökérzet legnagyobb része a felső 20—30 cm-es mélységben helyezkedik el és csak kevésszámú gyökeret bocsát nagyobb mélységekbe. Mindig van azonban 2—3 vastagabb gyökér, amely ágaival a talajvíz színéig lehatol és a száraz időszakban a fát vízzel látja el. Egy fafajnál sem lehet ennyire szembeötlően elkülöníteni a táplálék felvételére, valamint a víz és a vízben oldott sók felvételére szolgáló gyökérrendszert, mint azt *Kiss Ferenc* már pár évtizede megállapította. Nem szabad azonban azt gondolni, hogy ez a két életműködés szigorúan elválik egymástól. De-hogy is! Minden gyökér képes azonos működésre, ha erre alkalom nyílik, de az ákácnál ez jobban szembeötlő éppen a homoktalajok fizikai tulajdonságai következtében.

Visszatérve az oltás gyakorlati kipróbálására és az említett gyakorlatba vágó, de azért egyelőre elméleti természetű kérdésekre, közölni fogom az alábbiakban a végrehaj-

tott gyakorlati kísérletek eredményeit. Néhány kérdés tisztázására azonban szükségessé vált csiramentes homoktalajpróbák beállítása is, amelyek minden zavaró mellékkörülményt kiküszöbölnek és bizonyító erejűek.

1. sz. kísérleti sorozat. A csemetekert talaja humuszos agyag agyagtalajon. A táblán eddig még sohasem neveltek ákácot és a közelében sem voltak ákácállományok, tehát teljesen steril talajról van szó. A táblát 4 részre osztottam, amelyeket egymástól 1 m-es védőpászta választott el. A táblácskákat a következőképpen kezeltem.

1. a) jelű táblácska. A forrázott és kihült magot vetés előtt *Bac. radicola* tenyésztéssel oltottam; a tenyészet baktériumkivonat-ágáron készült, amelyhez K_2HPO_4 és nyomokban $ZnSO_4 + MnSO_4$ adagoltatott, ezt a vetés előtt az üvegszöből vízzel lemostam és ezzel a mosadékkal oltottam a forrázott magot. Egy év után a csemetéket kiszedtük és megolvastuk a gyökéren található gumócskák számát.

1. b) jelű táblácska. Az ebben a táblácskában elvetett magot ugyancsak tiszta tenyészettel oltottuk azzal a különbséggel, hogy ennél a tenyésztet sovány tejjel mostam le az ágárról. Indokolt az a gondolat, hogy a baktériumokat pár napra valami táplálékkal lássuk el, amíg a hajszálgökökkel szimbiozisba lépni, illetőleg a megváltozott életkörülményekhez alkalmazkodni tudnak. Erre kiválóan alkalmas a sovány tej, amely mindenütt van és olesó táplálótalaj. Hibás volna a praxisnak valamiféle mesterséges tápoldatot ajánlani, amelynek elkészítésére sem rá nem ér és az nem is kapható kisebb helyeken.

1. c) jelű táblácska. Itt nem a magot oltottam, hanem a talajt magát, hogy láthassuk a magoltás és az egyenes talajoltás között a különbséget. Az oltás úgy történt, hogy kb. 20 eprouvettára való tiszta tenyésztet egy 10 literes kanna vizébe mostam bele és ezt öntöztem ki a területre. Ezután vetettük el az előzőleg sterilizált magot (2 órával az oltás után). Vetés után egyszer öntöztünk, hogy a baktériumok a mélyebb rétegekbe jussanak a napfény ölt hatása elől (elég pár mm és a sugarak már nem hatnak!).

1. d) jelű táblácska. Ellenőrzésre szolgált. A magot sterilizálás és forrázás után oltás nélkül vetettük ki.

Az 1. sz. táblázat adataiból láthatjuk, hogy a gumócskák képződése ott a legnagyobb, ahol a magot oltottuk vetés előtt. Egyes esetben 80 gumócskát is megszámláltunk egy csemete gyökéren, amely az oltás révén jött létre. A magoltás átlagosan 3—5-ször annyi gumócska képződését eredményezi, mint a talajoltás. Ez érthető is. Míg a magoltásnál

1. táblázat.

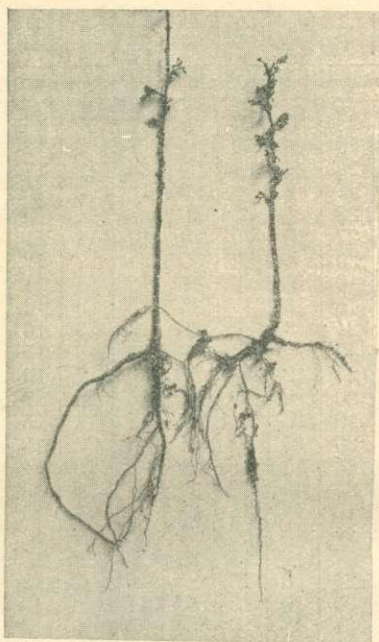
1. kísérleti sorozat.

A csemeték folyószáma	1a táblácska			1b táblácska			1c táblácska			1d táblácska		
	a szár	a gyökér	gumócskák száma	a szár	a gyökér	gumócskák száma	a szár	a gyökér	gumócskák száma	a szár	a gyökér	gumócskák száma
	hossza cm			hossza cm			hossza cm			hossza cm		
1	37	29	9	70	45	11	7	24	5	23	26	0
2	20	19	5	20	35	8	7	12	5	29	20	0
3	13	22	4	30	30	6	13	17	6	27	22	0
4	34	21	3	40	30	10	6	15	3	30	14	0
5	14	20	6	50	30	15	4	10	2	27	30	1
6	14	27	10	40	20	12	12	11	6	20	18	2
7	12	25	4	30	30	4	7	12	2	21	19	2
8	8	19	15	20	25	12	8	14	1	10	12	0
9	8	15	20	45	35	52	6	12	0	12	16	0
10	9	24	8	20	26	13	9	16	3	11	17	0
11	18	42	6	30	30	80	6	15	0	12	18	0
12	12	20	12	40	25	40	7	13	7	10	14	0
13	10	20	8	40	25	30	8	12	2	10	15	0
14	15	19	10	20	30	12	12	15	10	20	18	1
15	20	28	18	20	25	5	20	15	11	25	22	0
16	34	23	15	14	25	10	10	14	5	11	8	0
17	13	25	12	20	30	5	5	18	3	9	10	0
18	17	19	8	15	25	10	7	15	0	8	12	0
19	30	27	15	20	25	12	6	13	3	11	14	0
20	31	17	16	15	20	9	6	15	2	20	21	1
21	13	24	8	10	25	6	7	12	1	15	20	0
22	12	20	10	15	32	12	6	13	0	23	26	0
23	24	25	16	10	15	15	6	12	0	24	27	0
24	9	20	8	20	36	8	7	13	3	24	23	0
25	24	20	12	20	25	13	8	14	2	23	25	0
26	14	23	3	15	19	10	4	10	2	20	19	0
27	16	20	6	20	25	14	5	12	1	21	20	0
28	18	36	10	22	31	10	6	12	2	8	11	0
29	14	26	10	20	22	14	8	12	3	8	10	0
30	15	19	12	20	28	14	7	13	2	7	12	0
Átlag	17·3	19·8	9·9	26·0	27·4	15·7	7·7	13·7	3·0	17·3	18·0	0·23

a baktériumok a *rhyso-sphaera*-ban élnek a mag körül a vetés után, addig a talajtás esetén a baktériumoknak először el kell szaporodniuk, a *rhyso-sphaera*t felkeresniük stb. és addig sok veszedelem fenyegeti őket, sok elpusztul közülük. A tenyészet lemosásához a *sovány (zsirtalanított) tej* jönnek bizonyult. Azon a táblácskán, amelyet egyáltalán nem oltottunk, nem is fejlődtek ki gyökérgumócskák.

Már ebből a kísérleti sorozatból is joggal következtethetünk arra, hogy *olyan talajon, amelyen ákácot még nem tenyésztettünk (szűz talajon), okvetlenül szükséges a mag*

vagy a talaj oltása *Bac. radicola* tenyésztettel, hogy a természet erőit céljainkra kihasználjuk.



98.

Mesterséges oltással létrehozott nagyszámú gyökérgumóval ellátott egy-éves akác, jól fejlődött gyökérzetével. (A baloldali esemete gyökérzetén 80, a jobboldalién 52 gumócska volt megszámolható.)

Hogy a gumócska-baktériumok a hüvelyesek nitrogéntáplálkozásában szerepet játszanak és a nitrogént a levegőből megkötik, *Hiltner* kísérletei óta tudjuk. Az akácra vonatkozólag ez a kísérlet még hiányzott a sorozatból és azt kétszer mosott kvarcföveny alkalmazásával edénykísérletekben végeztem el, hogy *Hiltner* megállapításait az akácra vonatkozólag ellenőrizsem. Az edényben tenyésztett anyagnál teljesen kézben tarthatjuk a táplálék összetételére és a külső körülmények, illetőleg a termőhelyi tényezőkre vonatkozó kívánalmakat. Az üvegház biztosítja a kellő hőmérsékletet, mérlegelés útján naponta pótolhatjuk a felvett és elpárolgott vizet, vagyis elérhetjük, hogy csak egy tényező változó — ez a mi esetünkben a talajból felvehető anorganikus nitro-

gén lesz — a többi állandó. Helyszűke miatt mellőzöm az ilyen tenyészedény-kísérlet pontos leírását és ugyancsak mellőzöm a tápláló talajok összetételének ismertetését is. Messzire vezetne az összes kombinációk felsorolása, amelyek ilyen nagy pontosságra törekvő kísérlet kiviteléhez szükségesek. Csak azt említem meg, hogy voltak sorozatok, amelyek semmi a növény által felvehető nitrogént sem kaptak, csak *Bac. rad.* oltást, mások sem oltást, sem nitrogéntáplálékot nem kaptak, további sorozatokat pedig optimális mennyiségű szervesetlen nitrogéntáplálékkal láttuk el, de oltás nélkül.

A csiramentes edénykísérletek a következő — gyakorlati életet is érdeklő — eredményeket adták: Gyökérgumó, tehát baktériumok nélkül — jelen esetben oltás nélkül — nincs növekedés, ha egyúttal elvonjuk a tápláló oldatokból a nitrogént. *Viszont rendes növekedésre képes nitrogén nélkül is gumóbaktériumok segítségével az ákác!* Ez azt jelenti, hogy a baktériumok munkája teljesen pótolhatja a talaj nitrogéntartalmát. Az ákác tehát tenyészthető a *Bac. rad.* segítségével olyan talajon, amelyben viszonylag kevés vagy semmi nitrogén nincsen. A kísérletek azonban azt is megmutatták, hogy *ha elegendő nitrogén van a talajban az ákác részére felvehető állapotban, akkor nincs szüksége a Bac. radicola-ra, enélkül is szép növekedést ér el.* Tehát nem feltétlenül szükséges, hogy a szimbiózis létrejöhessen, ha a talajban elegendő felvehető nitrogén van, de *a szimbiózis egyenes életszükségletté válik akkor, ha a talajban nincs elegendő nitrogén az ákác táplálására.* És gyakorlati szempontból ez a fontos körülmény. Hány ákáctelepítés sikertelenségét lehet erre a körülményre visszavezetni!

Azok a tenyészetek, amelyeket ákáchamuval kezeltünk a tápláló oldatokon felül, különösen erőteljes növekedést mutattak. Tehát az ákác a talajból is vesz fel olyan elemet, amely a teljes virulásához szükséges, ezt azonban egyelőre nem ismerjük és így a tápláló oldathoz sem adhatjuk hozzá. Itt még tág tere nyílik a táplálkozás-életteni vizsgálatoknak.

(Folyt. köv.)

Beiträge zur Impfung der Robinie mit Bacillus radiceicola.Von vitéz Dr. *R. Bokor*.

Auszug erfolgt mit dem Schlussteil der Abhandlung.

*

Contribution à la vaccination des robiniers avec Bacillus radiceicola, par le Dr vitéz *R. Bokor*.

Le résumé sera donné à la fin du mémoire.

*

Contribution to inoculation of locust with Bacillus radiceicola.By vitéz Dr. *R. Bokor*.

Summary wil be published with the last instalment.

Az erdész és a vadász.Írta: **Dietl Agoston,**

a „Nemzeti Vadászati Végdegylet“ volt ügyv. alelnöke.

A fenti cím alatt a Nimród Vadászujság f. évi április 10.-i számában ifj. *Esterházy* László gróf tollából, egy cikk jelent meg, amelyre a köz érdekében is, felelni szeretnék. Én azonban gr. *Esterházy* cikkének, inkább azt a címet adnám, hogy: „*A szakember és a sportember*“.

Abban igaza van a szerzőnek, hogy: „A régi világban megértő, jó testvérek voltak“. Igen ám, de a régi jó békevilágban nem voltak a vadászat terén olyan rendellenes állapotok, mint most nálunk és semmi ok nem volt arra, hogy az erdész és a vadász — jobban mondva a vadászati szakember és a vadász-sportember — egymással meg ne férjenek.

Mindenekelőtt azonban tegyük különbséget! Kiket kell egy kulturállamban vadász-szakembereknek tartanunk és kiket értünk a „vadász“ gyűjtőnév alatt?

Vadász-szakembereknek azokat az egyéneket kell hivatalosan elismernünk, akik a vadászattal hivatásuknál fogva is foglalkoznak és a vadászat tudományát az erdőmérnöki főiskolán elméletileg a további életben pedig, gyakorlatilag is, elsajátították és így megfelelő képesítéssel rendelkeznek.

A vadász-sportemberek azonban a vadászattal főleg mint sporttal foglalkoznak. Ezért sok, gazdaságilag ellentétes nézet forog fenn a vadász-szakember és a vadász-sport-