



## თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში

### გულთამზე თავდგირიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

[gultamze.tavdgiridze@bsu.edu.ge](mailto:gultamze.tavdgiridze@bsu.edu.ge)

### რეზიუმე

ჩვენს მიერ ჩარატებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ამიაკური და ნიტრატული ფორმები ხელს უწყობენ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებას და პირიქით, ხელს უშლიან ამიდების დაგროვებას.

ამიაკური და ნიტრატული კვების ფონზე ფოთლებში ამინომჟავებიდან ჭარბობს პროლინი, რაც მიუთითებს ფოთლების უნარზე წარმოქმნან პროლინი, რომლის სინთეზისათვის საწყის ნაერთს წარმოადგენს გლუტამინის მჟავა, რომელიც აზოტით ნორმალური კვებისას გროვდება 64 – 72 %. თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობიდან ლიტერატურაში მსგავსი მონაცემები ჩვენი რეგიონისთვის (აჭარა) არ არის აღნიშნული მანდარინის „უნშიუს“ ფოთლებში, რაც ჩვენს მიერ პირველად იქნა დადგენილი.

**საკვანძო სიტყვები:** მანდარინი „უნშიუს“; მცენარეთა ბიოქიმია; აზოტოვანი სასუქები; ამინომჟავები;

### შესავალი

ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის ამინომჟავების მნიშვნელობა საყოველთაოდ ცნობილია, რამდენადაც ისინი შეადგენენ სამშენებლო მასალას ცილებისთვის. ციტრუსოვანთა ნაყოფები ხასიათდებიან ამინომჟავების მაღალი შემცველობით, რომლებსაც შეიცავენ ფოთლები, ნაყოფები თავისუფალი სახით ან შედიან ცილების შემადგენლობაში. მცენარეებში ამინომჟავები გამოიყენება ცილების სინთეზისთვის, ნუკლეინის მჟავების, ალკალოიდებისა და სხვა აზოტოვანი ნივთიერებებისთვის, რომლებიც, თავის მხრივ, გამოიყენება უაზოტო შენაერთებად - ორგანულ მჟავებად, ნახშირწყლებად და ცხიმებად.

ცილებისა და ამინომჟავების შემცველობა ნაყოფში მცირეა, მაგრამ ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ თვით ნაყოფისა და მისი გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტის

საგემოვნო ღირებულების შექმნაში. თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა ბევრად არის დამოკიდებული მცენარის მინერალურ კვებაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ თავისუფალი ამინომჟავების დონე მცენარეებში მკვეთრად შეიძლება შეიცვალოს მცენარის ასაკის, რიგი გარემო პირობების, კვების თავისებურების დამოკიდებულების გამო. ამასთან იცვლება არა მარტო კონცენტრაცია, არამედ ამინომჟავების ხარისხობრივი შემადგენლობა. მცენარეებში აზოტოვანი ცვლის დარღვევას ხშირად მივყავართ რიგი ამინომჟავების შემცირებასთან ან სრულ გაქრობასთან, ან კიდევ მათი საერთო შემადგენლობის მომატებასთან.

ბ. კ. პლეშკოვი [5] აღნიშნავს ინდივიდუალური ამინომჟავების დამოკიდებულებას მინერალური კვების სხვადასხვა პირობებისაგან დამოკიდებულებით თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობის ზრდასთან ერთად. მათი დაგროვება შეინიშნება მცენარეებში კალიუმის, ფოსფორის, გოგირდის, კალციუმის, მანგანუმის, აგრეთვე რიგი მიკროელემენტების უკმარისობისას და ასევე ზედმეტი კვების დროს. ამასთან ამინომჟავების შემცველობის მატება შეინიშნება მცენარის აზოტით კვების საუკეთესო პირობებში. ნაყოფში თავისუფალი ამინომჟავები ხვდება ფოთლებიდან.

### **კვლევის მიზანი და მეთოდები**

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა შესწავლა ამიაკური და ნიტრატული კვების ფონზე მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა.

ამისათვის აზოტოვანი სასუქების სხვადასხვა ფორმების გამოყენებით კვლევა ჩატარდა 7 ვარიანტზე, ოთხჯერადი განმეორებით:

1. უსასუქო;
2. ფონი - PK+CaO (აგროწესების მიხედვით);
3. ფონს + ამონიუმის გვარჯილა;
4. ფონს + შარდოვანა;
5. ფონს + შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N<sub>1</sub> დოზა;
6. ფონს + შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N<sub>2</sub> დოზა;
7. ფონს + ამონიუმის სულფიტი;

წლის მანძილზე აზოტოვანი სასუქები შეგვექონდა აგროწესების მიხედვით (აზოტის ერთ ნორმად ითვლება 250 გრ სუფთა ელემენტი ერთ ხეზე) 2 ჯერ: ყვავილობამდე - საერთო დოზით 60% და ყვავილობის შემდეგ 40% [3]. საანალიზოდ ფოთლებს ვიღებდით პირველი და მეორე ვეგეტაციის ბოლოს.

ჩვენს მიერ ციტრუსოვანთა ფოთლებში განსაზღვრული იქნა 38 ამინომჟავა. ამინომჟავების განსაზღვრა ხდებოდა ავტომატურ ანალიზატორზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილი #1-ში.

**კვლევის შედეგები და მათი განხილვა**

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ყველა ვარიანტზე ფოთლები შეიცავდნენ ცილებთან არაბმულ შენაერთს, რომელთა შემადგენლობაში შედიოდა ამინო ჯგუფები, მათ შორის β - ალანინი, ციტრულინი, ფოსფოსერინი. ასპარაგინი და გლუტამინი გვხვდებოდა მხოლოდ თავისუფალი სახით, დანარჩენი ამინომჟავები ცილების შემადგენელი ელემენტებია (ცხრილი #1).

ამინომჟავების შემცველობა ფოთლებში,

მგ/გ მშრალი მასიდან

ცხრილი #1

#	ცდის ვარიანტები ამინომჟავები	უსასუქო	PK+CaO ფონი	ფონს + ამონიუმის გვარჯილა NH <sub>4</sub> N O <sub>3</sub>	ფონს + შარდოვანა CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	ფონს+ შარდოვანა ფორმა ლდეკი- დური ფორმა N <sub>1</sub>	ფონს+ შარდოვანა ფორმა ლდე- ჰიდური ფორმა N <sub>2</sub>	ფონს + სულ- ფატი- მო- ნიუმ ი (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	ფოსფოსერინი	0,195	0,245	0,250	0,270	0,173	0,170	0,159
2	ტაურუნი	-	-	-	-	-	-	-
3	ფოსფოეთანოლა- ლანი	-	-	-	-	-	-	-
4	შარდოვანა	-	-	-	-	-	-	-
5	ასპარაგინის მჟავა	0,126	0,800	0,418	0,548	0,388	0,683	0,640
6	ჰიდროქსიპროლი- ნი	-	-	-	-	-	-	-
7	<u>თრეონინი</u>	1,386	0,643	1,063	0,771	0,540	0,905	0,772
8	სერინი	3,303	1,448	1,631	1,341	0,582	1,861	1,734

9	ასპარაგინი	0,116	0,145	0,175	0,087	0,093	0,248	0,233
10	გლუტამინის მჟავა	2,040	0,907	0,352	0,705	0,396	1,126	0,765
11	გლუტამინი	0,286	0,153	0,049	0,038	0,168	0,076	0,045
12	სარკოზინი	-	-	-	-	-	-	-
13	α-ამინოაზიდინი	0,143	0,125	0,108	0,052	0,108	0,169	0,190
14	პროლინი	36,46	14,58	29,08	27,47	14,44	26,90	34,96
15	გლიცინი	4,156	3,761	4,328	3,655	2,485	3,896	4,430
16	ალანინი	4,150	2,451	2,436	2,026	1,430	3,463	2,851
17	ციტრულინი	0,073	0,147	0,128	0,165	-	-	0,036
18	α-ამინოცხიმოვანი მჟავა	-	-	-	-	-	-	-
19	ვალინი	1,435	1,216	1,241	1,025	0,783	1,309	1,030
20	ცისტინი	-	-	-	-	-	-	-
21	მეთიონინი	0,195	0,214	1,147	0,130	0,143	0,208	0,147
22	ცისტათიონი	-	-	-	-	-	-	-
23	იზოლევცინი	0,548	0,333	0,134	0,282	0,220	0,383	0,351
24	ლეიცინი	1,878	0,590	0,680	0,501	0,354	0,680	0,572
25	თიროზინი	0,324	0,230	0,078	0,086	0,078	0,216	0,153
26	β-ალანინი	0,432	0,128	0,141	0,211	0,128	0,125	0,064
27	ფენილალანინი	0,653	0,202	0,305	0,249	0,207	0,498	0,249
28	β-ამინოიზოვცხიმი	-	-	-	-	-	-	-
29	γ-ამინოვცხიმი	16,816	10,731	9,905	8,42	9,906	13,808	9,466
30	ჰიდროქსილიცინი	1,234	0,868	0,714	0,927	0,544	1,052	1,091
31	ორნიტინი	0,147	0,072	0,087	0,058	0,058	0,072	0,058
32	ლიზინი	1,751	0,614	0,823	0,535	0,366	0,823	0,634

33	1-მეთილჰისტი- დინი	-	-	-	-	-	-	-
34	ჰისტიდინი	0,097	0,041	0,278	0,020	0,20	0,020	0,041
35	3-მეთილჰისტი- დინი	-	-	-	-	-	-	-
36	<u>ტრიფტოფანი</u>	0,115	0,052	0,052	0,041	0,042	0,084	0,084
37	კარნოზინი	-	-	-	-	-	-	-
38	არგინინი	0,408	0,238	0,215	0,021	0,115	0,220	0,182

**შენიშვნა:** ხაზგასმულით აღნიშნულია შეუცვლელი ამინომჟავა.

დადგენილი იქნა, რომ ამინომჟავების ჯამი ყველაზე მეტია უსასუქო ვარიანტის მცენარეებიდან აღებულ ფოთლებში, რაც შეიძლება აიხსნას საკვები ელემენტების (K, P და სხვა) მცენარის ნაკლებად უზრუნველყოფით, რომლის მიზეზია ცილების სინთეზის შესუსტება ამინომჟავებიდან.

შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა 1 - 2 დოზის შემთხვევაში ციტრულინის შემცველობა არაა, რაც მიუთითებს მის სწრაფ გარდაქმნას აზოტით თანაბარი კვების დროს, რაც ხელს უწყობს ცილების სინთეზს. აზოტით უფრო ძლიერი კვება (მე-3, მე-4, მე-6 და მე-7 ვარიანტები) ხელს უწყობს ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებას, მაგრამ რამდენადმე ასუსტებს ცილების სინთეზს; ამასთან იგრძნობა ნახშირწყლების უკმარისობა, შეინიშნება გლუტამინის უპირატესობა ასპარაგინზე. მე-2 ვარიანტში ნათლად ვლინდება მცენარეთა კალიუმით, ფოსფორით, კალციუმით საკმაო და აზოტით არასაკმარისი კვება.

აღსანიშნავია, რომ ფოთლებში ამინომჟავებიდან ჭარბობს პროლინი, რომელიც შედის 1,4 - 3,6 მგ% მშრალი მასიდან, რაც მიუთითებს ფოთლების მიერ პროლინის წარმოქმნის უნარზე. მსგავსი მონაცემები ჩვენი პირობებისათვის (აჭარის) ლიტერატურაში არ არის აღნიშნული მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში.

აზოტით ნორმალური კვებისას გროვდება 64 - 72% პროლინი თავისუფალი ამინომჟავების საერთო რაოდენობიდან. თუ ერთმანეთს შევადარებთ მე-2 და მე-5, ესე იგი უაზოტო და სხვა ელემენტებით (P, Ca, P და სხვა) უზრუნველყოფის დროს აზოტით ყველაზე თანაბარი კვების ვარიანტებს, დავინახავთ, რომ უკანასკნელში თავისუფალი ამინომჟავების დაბალი შემცველობისას (მე-5 ვარიანტი) პროლინის ხვედრითი მასა მნიშვნელოვნად მეტია (64% ნაცვლად 52%-სა), რაც დიდ ინტერესს იწვევს და საჭიროებს შემდგომ შესწავლას.

პროლინის სინთეზისათვის საწყის ნაერთს წარმოადგენს გლუტამინის მჟავა, რომელიც შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა N<sub>1</sub> დოზის ვარიანტში ნაკლებია 11,75 - 3,3% მიმართებაში, ვიდრე სხვა ვარიანტებზე. ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავების ჯამი შეადგენს 3,5 % - 6,1% მიმართებით, ხოლო ალანინის მჟავასი 6,3%-ს 8,8% -ის ნაცვლად (ცხრილი #1). ამრიგად, თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი

შედგენილობა აზოტით უზრუნველყოფის დიაგნოსტიკის ერთ - ერთი დადებითი მაჩვენებელია.

დანარჩენ შემთხვევაში ამიაკური და ნიტრატული კვების დროს მცენარის ფოთლებში ამინომჟავების შემცველობა მკვეთრად მცირდება. როგორც ცხრილი #1-დან ჩანს გამონაკლის წარმოადგენს ამინო ასპარაგინი, რაც მოწმობს ამინომჟავების გაძლიერებულ დაგროვებას რეპროდუქციულ ორგანოებში, ნაყოფებში. ამონიუმის გვარჯილასა და შარდოვანას ფორმალდეჰიდური ფორმა  $N_2$  დოზაზე ამონიუმის სულფატის ვარიანტზე გამონაკლისს წარმოადგენს ამიდ ასპარაგინი, რომლის შემცველობა გაიზარდა კონტროლთან შედარებით. იმდენად რამდენადაც ასპარაგინი წარმოადგენს აზოტის სამარაგო ფორმას, მაშინ შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ მოცემულ შემთხვევაში სამარაგო ფუნქციის შესრულება წარმოადგენს თავისუფალი ამიაკის კონცენტრაციის შემცირებას.

დ. ნ. პრიანიშნიკოვი [7, 8] და ვ. ლ. კრეტოვიჩი [4] აღნიშნავენ, რომ მცენარის ფოთლებში ამიდის დაგროვება ხდება აზოტოვანი სასუქის ამიაკური ფორმით კვებისას. უმრავლეს უმაღლეს მცენარეებს ჭარბი ამიაკის გაუვნებელყოფა ხდება ამიდების წარმოქმნით, როგორცაც ასპარაგინი და გლუტამინი. მცენარეებში ძირითადად დომინირებს ორი ამიდი - ასპარაგინი და გლუტამინი. ეს აიხსნება იმით, რომ როდესაც მცენარის ფოთოლში მეტია ამიაკი, მაშინ დომინირებადი როლი ეკუთვნის ასპარაგინს, ხოლო ამიაკის ნაკლებობისას - გლუტამინის. მაგრამ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების თანახმად, მანდარინის ფოთლებში მიმდინარეობდა ასპარაგინის დაგროვება მაშინ, როდესაც გლუტამინი, როგორც რეაქტიულად უნარიანი ამიდი, არ გროვდებოდა.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ასპარაგინის რაოდენობრივი უპირატესობა გლუტამინზე ყველა ვარიანტზე შეინიშნებოდა (ცხრილი #1). დ. ნ. პრიანიშნიკოვისა [8] და ვ. ლ. კრეტოვიჩის [4] მიერ ჩატარებული კვლევების თანახმად გლუტამინის უპირატესობა ასპარაგინზე ჩვეულების შეინიშნება იმ მცენარეებში, რომლებიც მდიდარი არიან ნახშირწყლებით.

გარდა აღნიშნული ამინომჟავებისა, ჩვენს მიერ დადგენილ იქნა, რომ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში არ გვხვდება/არ არის აღმოჩენილი ისეთი ამინომჟავები, როგორცაა: ტაურინი; ფოსფორეთანოლამინი; შარდოვანა; ჰიდროქსიპროლინი; სარკოზინი;  $\alpha$ - ამინოცხიმჟავა; ცისტატონი; ცისტინი;  $\beta$  - ამინოცხიმჟავა;  $\gamma$  - ამინოცხიმჟავა; ჰიდროქსილიცინი; 1 - მეთილჰისტიდინი; 3 - მეთილჰისტიდინი და კარნოზინი.

ჩამოთვლილი ამინომჟავების არ არსებობა მანდარინის ფოთლებში აიხსნება შემდეგი გარემოებებით:

*ტაურინი* - ეს არის სულფომჟავა (გოგირდშემცველი ამინომჟავა). ის შედის მცენარეული წარმოშობის მარცვლებში, რომელიც წარმოიქმნება ცისტეინისა და მეთიონინისაგან. მცენარეულ მასაში მისი შემცველობა მინიმუმია. ის აუმჯობესებს ფოტოსინთეზს და ზრდის მისი ეფექტიურობას, აგრეთვე მცენარის ზრდასა და მოსავლიანობას. ასევე ხელს უწყობს ქლოროფილის შემცველობის ზრდას მცენარის ფოთლებში. აუმჯობესებს მცენარის ადაპტაციას გვალვის, ტემპერატურის ცვალებადობის მიმართ.



ფოსფორეთანოლამინი და შარდოვანა არა ფოთლებში, რადგანაც მათ ითვისებენ ფოთლები და შარდოვანაზე ფერმენტ ურეაზითი [1] იშლება სწრაფად  $\text{NH}_3$  და ამიტომაც ის არ გვხვდება არც ერთ საკვლევ ვარიანტში.

ჰიდროქსიპროლინის - არ არსებობა ფოთლებში აიხსნება იმით, რომ ის წარმოდგენილია როგორც 1-3-მეთილჰისტიდინის სახით. ჰიდროქსიპროლინი არასტანდარტული ამინომჟავაა, რომელიც განსხვავდება პროლინისაგან იმით, რომ მას აქვს ჰიდროქსილის ჯგუფი, მეთილნახშირბადის ერთ - ერთი ატომი.

სარკოზინი - იგივე მეთილგლიცინი წარმოებულია ამინომჟავა გლიცინისაგან და ასევე სერინის წინამორბედაა.

$\alpha$  - ამინოცხიმჟავა - არის ამინომჟავების ცვლის საბოლოო პროდუქტი. არსებობს ორი ფორმით -  $\alpha$ -ამინო ადიპინის მჟავა და D  $\alpha$ - ადინის მჟავა. ბუნებაში დომინირებს  $\alpha$  ფორმა და ჩართულია ცილების ურთიერთქმედებასა და ზოგიერთი ცილის სინთეზში.

$\beta$  - ამინოცხიმჟავა - წარმოადგენს კატაბოლიზმის პროდუქტს პირიმიდინის, ურაცილისა და თიმინისა, რომლებიც წარმოიქმნება ფერმენტის მოქმედებით.

$\gamma$  - ამინოცხიმჟავა - მონაწილეობს გლუკოზის მეტაბოლიზმში. ეს არის იზომერი დანარჩენი  $\beta$ ,  $\gamma$  ამინომჟავებისა. ისინი ცნობილი არიან როგორც მოსავლის ზრდისა და დაავადების საწინააღმდეგო ამინომჟავები.

ცისტატიონი - გოგირდის შემცველი დიამინოკარბომჟავაა. წარმოადგენს შერეულს თიოეთილთან, რომელიც წარმოადგენს გოგირდშემცველ ცისტეინს. ის არის ერთ - ერთი მნიშვნელოვანი მეტაბოლიტი, რომელიც წარმოიშობა გოგირდის გარდაქმნის პროცესში მეთიონიდიდან ცისტეინზე.

ცისტინი - წარმოადგენს თიოლინის ჯგუფის მრავალი ცილის „დონორს“ პეპტიდებისათვის, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მათ მეტაბოლიზმსა და ბიოლოგიურ აქტიურობაში. მონაწილეობს ცილებისა და ფერმენტების წარმოქმნაში, აგრეთვე მცენარის ზრდასა და განვითარებაში.

კარნოზინი - ნივთიერებაა, რომელიც შედგება ორი ამინომჟავასაგან. ის საშუალებას არ აძლევს უჯრედების მუშაობის დაშლას და ასევე წარმოადგენს ანტიოქსიდანტს.

## დასკვნა

ამრიგად, ჩვენს მიერ ჩარატებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ამიაკური და ნიტრატული ფორმები ხელს უწყობენ მანდარინ „უნშიუს“ ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებას და პირიქით, ხელს უშლიან ამიდების დაგროვებას. ამასთანავე მანდარინის მცენარეთა საკვებად უფრო მისაღებია აზოტის ამიაკური ფორმა, ვიდრე ნიტრატული. შესაბამისად, ვარიანტების შედარებამ შესაძლებელი გახდა ასახულიყო აზოტის მნიშვნელობა საკმარისი კვებისას, რომლის დროსაც მცენარეები ამინომჟავებს უკეთ იყენებენ ცილოვანი ნივთიერებების წარმოსაქმნელად.

პირველი და მეშვიდე ვარიანტების შედარებისას, მცენარეთა ფოთლები გამოირჩევიან მეტი რაოდენობის თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებით. მე-7 ვარიანტში მცენარეები არიან აზოტით უხვად კვების პირობებში. მათ ფოთლებში არასაკმარისი რაოდენობითაა ნახშირწყლები და აღინიშნება ასპარაგინის სიჭარბე გლუტამინზე. პირველი ვარიანტის მცენარეთა ფოთლებში კი, რომელთა აზოტით კვება დაბალია, ნახშირწყლები საკმარისი რაოდენობითაა და გლუტამინი სჭარბობს ასპარაგინს.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აზოტის სრულყოფილად გამოყენების ყველაზე ოპტიმალური პირობებია მეხუთე ვარიანტი.

### ლიტერატურა

1. თავდგირიძე გ. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა ურეაზას აქტივობაზე, ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, #3, ანასეული, 1991, გვ. 57 – 59
2. თავდგირიძე გ. აზოტოვანი სასუქების ფორმების გავლენა მანდარინის ფოთოლში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვებაზე, ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, #1, ანასეული, 1989, გვ. 90 – 93
3. Агроправила по цитрусовым культурам, Тбилиси, 1977, с. 52
4. Кретович В. Л. Биохимия азотного обмена, изд – во «Наука», М., 1983, с. 496
5. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений, изд – во «Колос», М., 1969, с. 488
6. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений, изд – во «Колос», М., 1976, с. 253
7. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелие СССР, (избранные сочинения), т. 3, М., изд – во «Колос», 1965, с. 618
8. Прянишников Д. Н. Технический и биологический азот (избранные сочинения), т. 1, М., изд – во «Просвещение», 1974, с. 755
9. <https://wikipedia.org>
10. <https://consu-med.ru/ehnciklopediya/element/taurin/>
11. <https://dzen.ru/a/ZE0UImvfazETenbh>
12. <https://fitomarket.com.ua/fitoblog/taurin-preimuschestva-i-pobochnye-effekty>
13. <https://helix.ru/kb/item/06-226>
14. <https://helix.ru/kb/item/06-437>
15. <http://nanit.ua/materials/873-aminokisloty-v-zhizni-rastenij.html>
16. <https://impellobio.com>