

ნებაყოფლობითი კოდექსი

ამიაკის გაფრქვევების შემცირების საუკეთესო სასოფლო-სამეურნეო
პრაქტიკა

გ. ღამბაშიძე

ოქტომბერი, 2020 წ.



შვედეთი
Sverige



დოკუმენტი მომზადდა პროექტის „ჰაერის ხარისხის მართვის შესაძლებლობების გაუმჯობესება საქართველოში“ ფარგლებში, რომელსაც ახორციელებს სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო გაეროს განვითარების პროგრამისა (UNDP) და შვედეთის მთავრობის მხარდაჭერით. დოკუმენტში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორისეულია და შეიძლება არ ასახავდეს დონორი ორგანიზაციების თვალსაზრისს.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

ამიაკის გაფრქვევის წყაროები სოფლის მეურნეობაში.....4

1. ამიაკის გაფრქვევა ცხოველთა სადგომებიდან	6
1.1. ამიაკის გამოყოფის შემცირება პირუტყვის კვების დაბალანსების გზით.....	6
1.2. რეკომენდაციები ღორისა და ფრინველისთვის.....	8
1.3. რეკომენდაციები მცოხნავი პირუტყვისთვის.....	8
1.4. ცხოველთა სადგომებიდან ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებელი ღონისძიებები.....	9
1.5. მსხვილფეხა პირუტყვის სადგომებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება	9
1.6. მეღორეობის ფერმებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება	10
1.7. მეფრინველეობის ფერმებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება.....	12
2. ამიაკის გამოყოფა ნაკელსაცავებიდან.....	13
2.1. ამიაკის შემცირება თხევადი ნაკელის საცავებიდან.....	13
2.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება მყარი ნაკელის საცავებიდან.....	16
3. ამიაკის გაფრქვევა ნაკელის შეტანისას.....	18
3.1. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება წუნწუხის და სხვა თხევადი ნაკელის ნიადაგში შეტანისას	18
3.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება მყარი ნაკელის ნიადაგში შეტანისას	21
4. ამიაკის გაფრქვევა მინერალური სასუქების გამოყენებისას	24
4.1. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება შარდოვანას გამოყენებისას.....	25
4.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ფოსფატის გამოყენებისას.....	26

ამიაკის გაფრქვევის წყაროები სოფლის მეურნეობაში

აზოტი (N) წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად საკვებ ელემენტს მცენარისთვის, რომელიც აუცილებელია მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის. აზოტით კვების სათანადოდ უზრუნველყოფა განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისგან მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მიღებას.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში აზოტი ადვილად შეიძლება დაიკარგოს ნიტრატის (NO_3) და ადვილად ხსნადი ორგანული აზოტის ჩარეცხვით, ამიაკის (NH_3) და აზოტის ოქსიდების (NO_x) აქროლებით. აღნიშნული დოკუმენტი ეხება ამიაკის გაფრქვევას და მისი შემცირებისთვის საჭირო ღონისძიებებს, თუმცა აზოტის სრული წრებრუნვის და აზოტის ნაერთების ურთიერთგარდაქმნების გათვალისწინება მნიშვნელოვანად განსაზღვრავს განსახორციელებელი ღონისძიებების ეფექტიანობას.

ამიაკი (NH_3) არის ქიმიური ნაერთი, რომელიც შედგება ერთი ატომი აზოტის (N) და სამი ატომი წყალბადისგან (H). იგი ჩვეულებრივ გვხვდება აირისებრი ფორმით და ხასიათდება მწვავე სუნით. ამიაკის მოხვედრა ატმოსფეროში ძირითადად ხდება პირუტყვის მყარი ან თხევადი ნაკელისგან და ნიადაგის განოყიერებაში გამოყენებული აზოტიანი სასუქებიდან. შედარებით მცირე რაოდენობით გამოიყოფა ამიაკი უშუალოდ ბალახის მძოველი ცხოველებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისგან.

მეცხოველეობაში ამიაკის გამოყოფა ხდება შარდოვანას (შარდში არსებული) დაშლით ფერმენტ ურეაზას მიერ (განავალსა და ნიადაგში), რომლის დროსაც წარმოქმნება ამიაკი და კარბამინის მჟავა, რომელიც შემდგომ იშლება ამიაკის და ნახშირორჟანგის კიდევ ერთი მოლეკულის გამოყოფით. შარდის ნაკელთან ან ნიადაგთან შერევისას, ამიაკი აქროლდება რამდენიმე წუთში, მაგრამ რეაქცია შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე საათის განმავლობაში, სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია ხელმისაწვდომი შარდოვანასა და ურეაზას რაოდენობაზე, აგრეთვე მეტეოროლოგიურ პირობებზე, როგორიცაა ტემპერატურა და ქარის სიჩქარე.

ატმოსფეროში მოხვედრილი ამიაკი, ჩვეულებრივ, დიდი ხნით არ ნარჩუნდება და რამდენიმე საათის შემდეგ იწყებს დალექვას სველი (წვიმის და თოვლის გზით) ან მშრალი დეპოზიციის სახით. ამიაკის უმეტესი ნაწილი ილექება გაფრქვევის წყაროს მიმდებარედ, დაახლოებით 1 კმ-ის რადიუსში, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში აღწერილია მისი გადაადგილება 10 კმ-მდეც. საყურადღებოა ამიაკის უნარი დაუკავშირდეს სხვა ქიმიურ ნაერთებს, მაგ. აზოტის (NO_x) და გოგირდის (SO_x) ოქსიდებს და გარდაიქმნას მყარ ნაწილაკებად, რომლებიც ცნობილია $\text{PM}_{2.5}$ -ის სახელით. $\text{PM}_{2.5}$ -ით აღინიშნება მყარი ნაწილაკები, რომელთა ზომა ≤ 2.5 მიკრონზე და შეუმჩნეველია შეუიარაღებელი თვალით. $\text{PM}_{2.5}$ -ს სიცოცხლისუნარიანობა ატმოსფეროში საშუალოდ 7-8 დღეა და ნაწილაკების ძალიან მცირე ზომის გამო შეუძლიათ გადაადგილდნენ აირად ამიაკთან შედარებით 100-ჯერ უფრო დიდ მანძილზე. ამასთან, ისინი ადვილად ხვდებიან ადამიანის და ცხოველის ორგანიზმში სასუნთქი გზების გავლით და შეუძლიათ გამოიწვიონ სხვადასხვა სახის რესპირატორული დაავადებები, როგორიცაა ასთმა, ბრონქიტები, ასევე გულსისხლძარღვთა დაავადებები.

ჭარბი ამიაკი უარყოფითად მოქმედებს ეკოსისტემებზე, გავლენას ახდენს მგრძნობიარე მცენარეებზე და ცხოველებზე (მაგალითად, პეპლებზე, მწერებზე და ფრინველებზე), რაც ცვლის სახეობების ბიომრავალფეროვნებას. ეკოსისტემის შეცვლის შემდეგ მისი აღდგენისთვის ათწლეულებია საჭირო და დიდ ფინანსურ დანახარჯებს მოითხოვს.

გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ზიანის მიყენების გარდა, ორგანული და არაორგანული სასუქებიდან ამიაკის (NH_3) აქროლებითი დანაკარგები განაპირობებს სოფლის

მეურნეობისთვის ფასეული აზოტის დაკარგვას და ზრდის სინთეზურ მინერალურ სასუქებზე მოთხოვნას მემცენარეობის პროდუქციის მოსავლიანობის დონის შესანარჩუნებლად ან ასამაღლებლად. შედეგად, ამიაკის გაფრქვევა ს/ს წარმოების პროცესში ეკონომიკურად აზარალებს ფერმერს, რადგან ადგილი აქვს მცენარისთვის ღირებული საკვები ნივთიერებების დიდ რაოდენობით დაკარგვას. შესაბამისად, აზოტის დანაკარგების შემცირება გამოიწვევს აზოტის გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებას მეურნეობებში და შეამცირებს იმპორტირებული აზოტის საჭიროებას. მეურნეობის შიგნით საკვები ელემენტების ეფექტიანი მართვით ფერმერები ნაკლებად იქნებიან დამოკიდებული იმპორტირებულ და შესყიდულ სასუქებზე და შედარებით მცირე გავლენას იქონიებს მათზე ფასების ცვალებადობა ან მიწოდების პრობლემა (EIP-AGRI Focus Group Nutrient Recycling. Final Report 2017).

მყარი და თხევადი ნაკელი მცენარისთვის ხელმისაწვდომი აზოტის უდიდეს ნაწილს ამონიუმის აზოტის ($\text{NH}_4\text{-N}$) სახით შეიცავს და შეუძლია ჩაანაცვლოს მინერალური აზოტოვანი სასუქები. საქართველოში ატმოსფეროში გამოყოფილი ამიაკის 89 % სოფლის მეურნეობის სექტორზე მოდის (Informative Inventory Report of Georgia 2007-2018. Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia, 2020). ევროპის მასშტაბით ანალოგიურ მაჩვენებელი 80 %-ს შეადგენს (G.L. Velthof et al. / Atmospheric Environment 46 (2012) 248-255).

დოკუმენტი მიზნად ისახავს საუკეთესო სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის გაცნობას, რომელიც ემსახურება ამიაკის გაფრქვევის შემცირებასა და შეზღუდვას. მასში განხილული სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის მაგალითები წარმოადგენს მეურნეობაში გასატარებელი ღონისძიებების გზამკვლევს, რომლებიც მიმართულია მეურნეობის გაძლიერების არსებული პრაქტიკის გაუმჯობესებისკენ. დოკუმენტში ყურადღება ეთმობა ს/ს საქმიანობებს, რომლებიც წარმოადგენს ამიაკის გაფრქვევის ძირითად წყაროებს, როგორიცაა: ორგანული სასუქების შეტანა; მინერალური სასუქების შეტანა; ნაკელის შენახვა; ცხოველთა სადგომების მართვა; ცხოველთა კვება.

დოკუმენტში განხილული ღონისძიებების გატარება საკვები ელემენტების გამოყენების ეფექტიანობის ზრდასთან ერთად ხელს შეუწყობს ჰაერის, ნიადაგის, წყლის და ბიომრავალფეროვნების დაცვას. კერძოდ, ამიაკის გაფრქვევის შემცირება ნიშნავს ატმოსფერულ ჰაერში ნაკლები რაოდენობით $\text{PM}_{2.5}$ მყარი ნაწილაკების, სუნის და ოზონის წარმოქმნას და ამცირებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფით ზემოქმედებას. სასუქების სწორი მართვით მიიღწევა ნიადაგის გაუმჯობესება და ნაყოფიერების ამაღლება, რაც უზრუნველყოფს ს/ს კულტურების მოსავლიანობის და წარმოებული პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ზრდას. საკვები ნივთიერებების ჩაჟონვის და ზედაპირული ჩამონადენის შემცირება განაპირობებს წყალსატევების ევტროფიკაციის შემცირებას და ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ხარისხის გაუმჯობესებას, რის შედეგადაც მცირდება უარყოფითი ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ბიომრავალფეროვნებაზე.

1. ამიაკის გაფრქვევა ცხოველთა სადგომებიდან

ამიაკის საშუალო კონცენტრაცია მსხვილფეხა პირუტყვის სადგომებში საშუალოდ 6 მგ/მ³-ს არ აღემატება, ღორის და ფრინველის ფერმებში კი ბევრად მაღალია და, შესაბამისად, 13 და 21 მგ/მ³-ს აღწევს. ღორის და ფრინველის ფერმებში ამიაკის კონცენტრაცია ხშირად აღემატება დასაშვებ ზღვარს, რაც მავნეა არა მარტო ცხოველებისთვის, არამედ ფერმაში მომუშავე ადამიანისთვისაც. საქართველოს კანონმდებლობით სამუშაო სივრცეში ამიაკის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) 20 მგ/მ³-ია (ტექნიკური რეგლამენტი - სამუშაო ზონის ჰაერში მავნე ნივთიერებების შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების დამტკიცების შესახებ. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №70, 2014).

1.1. ამიაკის გამოყოფის შემცირება პირუტყვის კვების დაბალანსების გზით

ოპტიმალური კვების პირობებშიც კი ცხოველების ორგანიზმიდან აზოტის სხვადასხვა ნაერთების სახით გამოიყოფა მიღებული ცილის ნახევარზე მეტი. ხშირ შემთხვევაში, ცხოველების საკვები საჭიროზე მეტი რაოდენობით ცილას შეიცავს, რომლის შემცირებაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს აზოტის გამოყოფას.

შინაური ცხოველებისთვის ცილით მდიდარი საკვების ჭარბი რაოდენობით მიწოდება განაპირობებს შარდთან ერთად აზოტის გამოყოფის ზრდას, რაც აისახება შარდოვანას კონცენტრაციის მატებაში (შარდმჟავას მატებაში ფრინველის ნაკელში).

აზოტის ჭარბი გამოყოფის შესამცირებლად საჭიროა ცხოველთა კვების დაბალანსება, რაც გულისხმობს ცილის შემცირებული რაოდენობის შემცველი საკვების მიცემას ცხოველის ტიპის და განვითარების ეტაპის შესაბამისად. ცხრ. 2-ში მოცემულია ნედლი ცილის რეკომენდებული რაოდენობები შინაური ცხოველების სახეობებისთვის მათი საწარმოო დანიშნულების შესაბამისად.

ცხრილი 2. ნედლი ცილის რეკომენდებული შემცველობები საკვებში მშრალი მასის 88 %-იანი შემცველობისას [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015]

შინაური ცხოველი	კატეგორია	წარმოების ფაზა	ნედლი ცილის საშუალო შემცველობა ცხოველის საკვებში, %
ძროხა	მეწველი ფური	ადრეული ლაქტაცია	15–16
		გვიანი ლაქტაცია	12–14
	დეკეული		12–13
	სასუქი პირუტყვი	ხბო (ხბოს ხორცის წარმოება)	17–19
		მოზარდი < 3 თვე	15–16
		მოზარდი > 6 თვე	12
ღორი	გოჭი	< 10 კგ	19–21
		< 25 კგ	17–19
	სასუქი ღორი	25–50 კგ	15–17
		50–110 კგ	14–15
		110–170 კგ	11–12
			(სპეციფიურ ამინომჟავებთან ერთად, როგორცაა ლიზინი და ტრიფტოფანი)
	ნეზვი		13–14 (სპეციფიური ამინომჟავების გარეშე)
		მაკეობა	13–15
		ლაქტაცია	15–17
ფრინველი	ქათამი - მებოროცული	წიწილა	20–22
		მოზარდი	19–21
		ზრდასრული	18–20
	ქათამი - მეკვერცხული	18–40 კვირა	15.5–16.5
		40+ კვირა	14.5–15.5
	ინდაური	< 4 კვირა	24–27
		5–8 კვირა	22–24
		9–12 კვირა	19–21
		13+ კვირა	16–19
		16+ კვირა	14–17

1.2. რეკომენდაციები ღორისა და ფრინველისთვის

ღორის ორგანიზმიდან აზოტის გამოყოფის შემცირება შესაძლებელია ზრდა-განვითარების ფაზების მიხედვით უფრო ზუსტი დიეტის შემუშავებით, რომლის მიღწევაც შესაძლებელია შემდეგი ღონისძიებებით:

- 1) საკვებში ან კვების რაციონში ცილის შემცველობის კონტროლი რეკომენდებულ დონესთან შედარებით;
- 2) განსხვავებული დიეტის გამოყენება ნეზვის ლაქტაციის და მაკეობის პერიოდში;
- 3) დიეტის ცვლა სასუქი ღორის განვითარების ფაზების შესაბამისად; სასუქი ღორის დიეტაში ცილის შემცველობის 1 %-ით შემცირება იწვევს ამიაკის გამოყოფის 10 %-ით შემცირებას (Canh, T.T., Aarnink, A.J.A., Schutte, J.B., Sutton, A., Langhout, D.J. and Verstegen, M.W.A., 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livestock Science, 56(3), pp.181-191.)
- 4) ცილის შემცველობის შემცირება ღორის დიეტაში სასიცოცხლო ამინომჟავების, განსაკუთრებით კი ლიზინის, მეთიონინის და ტრეონინის, სუფთა სახით დამატებით, რაც უზრუნველყოფს ამიაკის გამოყოფის შემცირებას წარმოების დონის დაქვეითების გარეშე;

მეფრინველეობისთვის აზოტის გამოყოფის შემცირების მეთოდები თითქმის იგივეა, რაც მეღორეობისთვის.

1.3. რეკომენდაციები მცოხნავი პირუტყვისთვის

მცოხნავ ცხოველებში აზოტის ცილით კვების სიჭარბე და აზოტის გამოყოფა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია კვების რაციონში ბალახის, სილოსის, თივის, მარცვლის და კონცენტრატების თანაფარდობაზე და საკვებში ნედლი ცილის შემცველობაზე. ნედლი ცილის ჭარბი მიღება და ამიაკის გამოყოფა ყველაზე მეტია პირუტყვის საძოვრულ პირობებში მხოლოდ მწვანე ბალახით გამოკვებისას.

მცოხნავ პირუტყვში კვების დაბალანსება შესაძლებელია საკვების შედგენილობის რეგულირებით:

- 1) მწვანე ბალახის ნაწილის ჩანაცვლებით ცილის უფრო ნაკლები შემცველობის საკვებით, როგორცაა სიმინდის სილოსი, თივა, ნამჯა, ჩალა და სხვ.
- 2) ცილის შემცველობის განსაზღვრა ცხოველის საკვებში, განსაკუთრებით საკვების მეურნეობის შიგნით წარმოების პირობებში;
- 3) საკვების რაციონის შერჩევა ცხოველის განვითარების ფაზის შესაბამისად.

1.4. ცხოველთა სადგომებიდან ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებელი ღონისძიებები

ზოგადი რეკომენდაციები პირუტყვის სადგომებიდან ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად:

- 1) სადგომის შიგნით და გარეთ არსებული ზედაპირი, რომელიც გამოიყენება ცხოველების მიერ უნდა იყოს მაქსიმალურად მშრალი და სუფთა;
- 2) ნაკელის განთავსების ორმოების ზედაპირი იყოს შეძლებისდაგვარად მცირე ფართობის;
- 3) სწრაფად ხდებოდეს თხევადი და მყარი ექსკრემენტების განცალკევება, რაც შეამცირებს ამიაკის გაფრქვევას;
- 4) ჰაერის ნაკადის მცირე სიჩქარის და დაბალი ტემპერატურის შენარჩუნება ექსკრემენტებით დაბინძურებულ ზედაპირთან ახლოს, ისე რომ არ გაუარესდეს სადგომის საერთო ვენტილაცია;
- 5) ხელოვნური ვენტილაციის პირობებში, შენობებიდან გამოტყორცნილი ჰაერის გაწმენდა.

1.5. მსხვილფეხა პირუტყვის სადგომებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება

ამიაკის გაფრქვევის შემცირება შედარებით რთულია ბუნებრივად ვენტილირებად შენობებიდან. ასეთ პირობებში მნიშვნელოვანია ცხოველთა დიეტის შეცვლა/ოპტიმიზაცია, ხშირი დასუფთავება და იატაკის გადარეცხვა. სადგომის იატაკის წყლით ხშირი რეცხვა ამცირებს გაფრქვევას, თუმცა ზრდის წყლის ხარჯს და თხევადი ნარჩენის საერთო რაოდენობას [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

პირუტყვის სადგომში საჭიროა ტემპერატურის რეგულირება, რომლის მიღწევა შესაძლებელია სახურავის თბოიზოლაციით, რამაც შეიძლება საშუალოდ 20 %-ით შეამციროს ამიაკის გაფრქვევა. ტემპერატურის დარეგულირება ასევე დადებითად აისახება პირუტყვის ჯანმრთელობასა და პროდუქტიულობაზე.

ცხოველთა სადგომებში, სადაც ქვეშაფენად ნამჯაა გამოყენებული, 1 სულზე გამოყენებული ნამჯის რაოდენობის გაზრდა ხელ უწყობს ამიაკის გამოყოფის შემცირებას შენობაში და შემდგომში ნაკელის შენახვისას. ნამჯის საჭირო რაოდენობა დამოკიდებულია პირუტყვის ჯიშზე, კვების სისტემაზე, შენობის კონსტრუქციასა და კლიმატურ პირობებზე. 1 სულზე დღეში საშუალოდ 3-5 კგ ნამჯაა საჭირო. კვლევების თანახმად ქვეშაფენის ეფექტურობას ამიაკის გამოყოფის შემცირების მხრივ განსაზღვრავს ქვეშაფენის სტრუქტურა და რაც უფრო კომპაქტურია ქვეშაფენი მით უფრო მაღალია მის მიერ ამიაკის გამოყოფის შემცირების უნარი (Nhu-Thuc Phan, et al. The Correlation between Ammonia Emissions and Bedding Materials in a Cow House. Asian Journal of Atmospheric Environment, Vol. 4(1), 33-41, 2010). ნამჯიანი ქვეშაფენის მოვლა უფრო შრომატევადია, ვიდრე თხიერი და მყარი ექსკრემენტების განცალკევებული შეგროვება.

შემდეგი ღონისძიებები შეიძლება გატარდეს მერძეული და მეხორცული მიმართულების პირუტყვის ფერმის შენობებში ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად:

- 1) სისუფთავის მაქსიმალური დაცვა, რაც ხელს შეუწყობს ამიაკის გაფრქვევის შემცირებას;
- 2) დაღარული იატაკის მოწყობა და მასზე მოძრავი კბილებიანი საწმენდის გამოყენება საიმედო ხერხად ითვლება ამიაკის გამოყოფის შესამცირებლად. ამასთან, ღარების უნდა იყოს დახვრეტილი, რაც უზრუნველყოფს შარდის დაწრეტას. აღნიშნულ

სისტემას შეუძლია ამიაკის გამოყოფა 25-40 %-ით შეამციროს თუ ნაკელის საწმენდი სათანადო სიხშირით იმუშავებს;

- 3) იატაკის მოსარეცხი წყლის მჟავიანობის ამაღლება კონცენტრირებული მჟავებით მნიშვნელოვნად ამცირებს ამიაკის გამოყოფას.

1.6. მელორეობის ფერმებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება

მელორეობის ფერმებში ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ღონისძიებები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შენობაში არსებული იატაკის ტიპზე და, შესაბამისად, თხევადი ნარჩენების შეგროვების სისტემაზე. ცხაურიანი იატაკის პირობებში ამიაკის გამოყოფა გაცილებით მაღალია, რასაც განაპირობებს მყარი და თხევადი ექსკრემენტების არევა, შეხების დიდი ზედაპირი და კარგი აერაცია. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- 1) იატაკის ცხაურიანი ფართობის შემცირება ნაწილობრივ ცხაურიანი იატაკის მოწყობით, რომ უზრუნველყოფილი იყოს თხევადი და მყარი ექსკრემენტების მოხვედრა შემკრებ არხებში. მთლიანი ზედაპირის მქონე იატაკიანი უბნები უნდა იყოს მცირედ დახრილი არხებისაკენ შარდის სწრაფად გადასადგილებლად. ამასთან, არხები უნდა გაიწმინდოს ხშირად და გადატანილ იქნას შენობით გარეთ არსებულ საცავებში. იატაკის ცხაურიანი ზედაპირის 50 %-მდე შემცირებით 15-20 %-ით იკლებს ამიაკის გამოყოფა სრულად ცხაურიან იატაკთან შედარებით. უკეთესი შედეგი მიიღება თუ ცხაურები დაფარულია ლითონით ან ნაკლებადწებოვანი პოლიმერული ზედაპირით, რომელიც ბეტონის ზედაპირთან შედარებით ნაკლებად იკრავს ნაკელს.
- 2) ცხაურების ქვეშ არსებული არხების ზედაპირის განის შემცირებით, რაც ამცირებს აორთქლების ზედაპირს. არაუმეტეს 60 სმ განის და 20 სმ სიღრმის V ფორმის არხების გამოყენებით შესაძლებელია მელორეობის ფერმიდან ამიაკის გაფრქვევა 40-65 %-ით შემცირდეს. ამასთან არხების ზედაპირი უნდა იყოს მაქსიმალურად გლუვი და ირეცხებოდეს დრეში ორჯერ.
- 3) უნდა შეიზღუდოს წუნწუხგამტარი არხების ზედაპირული ვენტილაცია, რაც ხელს შეუწყობს ამიაკის გამოყოფის შემცირებას. ჰაერის ნაკადის მაღალი სიჩქარე აძლიერებს ამიაკის გამოყოფას. ღორის ფერმებში, სადაც რთულია ჰაერის ნაკადის სიჩქარის კონტროლი, საჭიროა ცხაურსა და ნაკელის ზედაპირს შორის დაშორების გაზრდა, რაც შეამცირებს ჰაერის სიჩქარეს.
- 4) წუნწუხის ტემპერატურის შემცირება მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა ამიაკის გამოყოფის შესამცირებლად. წუნწუხის გაგრილება შეიძლება მოხდეს წყლის (მაგ. მიწისქვეშა წყლის) ცირკულირებით. ასევე, შესაძლებელია წუნწუხის ტემპერატურის შემცირებით მიღებული სითბოს გამოყენება სხვა შენობების გასათბობად, რაც მიიჩნევა ეკონომიკურად ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტიან მეთოდად. აღნიშნული ღონისძიებით შესაძლებელია ამიაკის გამოყოფის შემცირება 45-75 %-ით, რაც დამოკიდებულია გამაგრილებელი სისტემის კონსტრუქციასა და ცხოველთა კატეგორიაზე.
- 5) თხიერი ექსკრემენტების მჟავიანობის გაზრდა მინერალური ან ორგანული მჟავების დამატებით 6 დაბალი pH მაჩვენებლის შესანარჩუნებლად, რაც უზრუნველყოფს ამიაკის სტაბილიზაციას ამონიუმის იონის სახით. ამ მეთოდით შესაძლებელია 60 %-მდე შემცირდეს ამიაკის აქროლება.
- 6) ფუნქციური ზონების გამოყოფა ცხოველთა საკვებად, მოსასვენებლად, სავარჯიშოდ და ა.შ., რაც ხელს უწყობს ცხოველების გაწვრთნას და შედეგად უფრო ნაკლები ფართობის დაბინძურებას ექსკრემენტებით. ღორის ქცევის გათვალისწინებით, ისინი ერიდებიან საჭმელი და მოსასვენებელი ზონების დასვრას ექსკრემენტებით, შესაბამისად, ფერმის

შიგნით სწორი ზონირებით შესაძლებელია ამიაკის აქროლების შემცირება. ფუნქციური ზონირების პარალელურად საჭიროა საღორეში ვენტილაციის და ტემპერატურის რეგულირების გაუმჯობესება. მაღალი ტემპერატურის პირობებში რთულდება ღორის ქცევის გაკონტროლება.

- 7) ჰაერის გასუფთავება ამიაკისგან სპეციალური ფილტრების გამოყენებით, რომლითაც შესაძლებელია გაფრქვევის 70-90 %-ით შემცირება, თუმცა აღნიშნული მეთოდი დიდ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული.
- 8) ქვეშაფენის მოწყობისას აუცილებელია, რომ ქვეშაფენად გამოყენებული მასალა იყოს მშრალი, სუფთა და შეესაბამებოდეს ჰიგიენის ნორმებს. ქვეშაფენი უნდა იყოს საკმარისი რაოდენობით, რომ უზრუნველყოს გამოყოფილი შარდის სრულად შეწოვა, რაც მიიღწევა ქვეშაფენის ხშირი გამოცვლით. თუ ქვეშაფენი არაა საკმარისი შარდის სრულად შესაწოვად, საჭიროა იატაკს მიეცეს მცირე დახრილობა, რომ მოხდეს სითხის დროული დაწრეტა და შენობიდან გაყვანა. თავიდან უნდა იყოს არიდებული ნებისმიერი სახის წყლის გაჟონვა, რაც დამატებით დაატენიანებს ქვეშაფენს, რასაც ხშირად იწვევს წყალგაყვანილობის მოუწესრიგებლობა და საწყურვებლებიდან წყლის გაჟონვა.
- 9) ქვეშაფენიანი იატაკის გამოყენება უმჯობესია ცხაურიან იატაკთან შედარებით ცხოველთა ჯანმრთელობისთვის. ქვეშაფენის ხშირი ცვლა და ჰიგიენური ნორმების დაცვის პირობებში ქვეშაფენის გამოყენება არ იწვევს ამიაკის გამოყოფის მნიშვნელოვან ზრდას ცხაურიანი იატაკიან სისტემებთან შედარებით. ქვეშაფენიან სისტემებს უფრო ხშირად ვხდებით მცირე ზომის ფერმებში, მიუხედავად ამისა, მსგავსი სისტემა შესაძლებელია წარმატებით იყოს გამოყენებული დიდ მეურნეობებშიც, თუ ცხოველებისთვის საკმარისი ფართობი იქნება გამოყოფილი ფუნქციური ზონირების გათვალისწინებით, თუმცა ქვეშაფენიანი სისტემა უფრო დიდ შრომით დანახარჯებთანაა დაკავშირებული.

1.7. მეფრინველეობის ფერმებიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირება

მეფრინველეობის ფერმიდან ამიაკის გაფრქვევა დაბალია თუ ფრინველის ნაკელში მშრალის მასის შემცველობა 60 % ან უფრო მეტია. ასეთ პირობებში ტენის რაოდენობა არასაკმარისია შარდმჟავას დასაშლელად და ამიაკის გამოსაყოფად და ნაკელის შემდგომი გამოშრობა არ გამოიწვევს ამიაკის დამატებით გაფრქვევას, რასაც ადგილი აქვს უკვე დატენიანებული ნაკელის გამოშრობისას, სადაც შარდმჟავას დაშლის პროცესი დაწყებულია. შესაბამისად, მეფრინველეობის ფერმებში ყურადღება უნდა მიექცეს ნაკელის მშრალი მასის ზრდას, რაც ძირითადად მიიღწევა წყლის დაღვრის/გაჟონვის შეზღუდვით და საშრობი მექანიზმის მოწყობით 60 %-ზე მაღალი მშრალი მასის შემცველობის მისაღებად [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

მეკვერცხული ქათმის ფერმებში ამიაკის გამოყოფის შემცირება შესაძლებელია ნაკელში ტენის შემცირებით სანაკელე ორმოს განიავების გზით. გარდა ამისა, შესაძლებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- 1) ლენტიანი სატრანსპორტო სისტემის გამოყენება გალიებიან ფერმებში უზრუნველყოფს ნაკელის გატანას შენობის გარეთ არსებულ დახურულ საცავში, რაც ამცირებს ამიაკის გამოყოფას. განსაკუთრებით ძლიერი ვენტილაციის უზრუნველყოფისას, შენობაში ან მის გარეთ, შესაძლებელია ნაკელის მშრალი მასის 60-80 %-მდე გაზრდა დაახლოებით 48 საათში. ნაკელის ხშირი გატანა ხელს უწყობს ამიაკის გამოყოფის შემცირებას. თანამედროვე გალიების სისტემები აღჭურვილია ნაკელის შრობის, გათბობის და განიავება/გაგრილების მოწყობილობებით და საფრინველიდან ნაკელის გამტანი ლენტით და აღნიშნული პროცესის ავტომატიზაციის შესაძლებლობით. მსგავსი სისტემები წარმატებით გამოიყენება მსხვილ მეფრინველეობის ფერმებში.
- 2) საფრინველებში, სადაც გალიები არ გამოიყენება, საჭიროა ნაკელის გამტანი სატრანსპორტო ლენტის არსებობა, რომელიც უზრუნველყოფს ნაკელის დროულ გატანას შენობიდან და მის განთავსებას დახურულ სანაკელეში. ამ გზით შესაძლებელია 70 %-მდე შემცირდეს ამიაკის გამოყოფა ღრმა საფენიან (უმეტესად ნახერხით) სისტემასთან შედარებით, რომელსაც ხშირად ვხდებით საქართველოში, მათ შორის მსხვილ მეფრინველეობის ფერმებშიც, რომლებსაც არ გააჩნიათ ნაკელსაცავი.
- 3) საფრინველიდან გამომავალი ჰაერი შესაძლებელია გაიფილტროს ამიაკის მჟავიანი დამჟერებით და ბიოფილტრებით, რომლებიც ამცირებს ამიაკის რაოდენობას 70-90 %-ით. მსგავსი ფილტრაციის სისტემები აღჭურვილი უნდა იყოს დამატებით მტვრის ფილტრებით, რადგან საფრინველის შენობაში არსებულმა მტვრის ნაწილაკებმა შეიძლება გამოიწვიოს ფილტრების დახშობა. მტვრის ფილტრების გამოყენება ხელს უწყობს გამოყოფილ ჰაერში შეწონილი ნაწილაკების შემცირებას, რომელიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს სხვადასხვა საკვებ ელემენტს, რომელთა გამოყენება შეიძლება ნაკელთან ერთად ნიადაგის განოყიერებისთვის, ხოლო მათი გამოტყორცნა შენობის გარეთ დამატებით დააბინძურებს ფერმის მიმდებარე ატმოსფერულ ჰაერს და გააჩენს მათი უფრო დიდ მანძილზე გავრცელების შესაძლებლობას.
- 4) მეხორცული ქათმის და ინდაურის ფერმის შენობებში საფენის ხარისხი განსაზღვრავს ამიაკის გაფრქვევის დონეს, ვინაიდან გავლენას ახდენს შარდმჟავას დაშლის ინტენსივობაზე. შენობები, განსაკუთრებით ახალი შენობები, უნდა აღიჭურვოს სავენტილაციო სისტემით, რომ გამოირიცხოს ტენის კონდენსაცია. ამასთან, უმჯობესია წვეთოვანი საწყურვებლების მოწყობა, რომლებიც უფრო დაცულია წყლის დაღვრისგან.

2. ამიაკის გამოყოფა ნაკელსაცავებიდან

ნაკელის არასწორი განთავსება და ნაკელსაცავების არასათანადოდ მოწყობა წარმოადგენს ამიაკის გაფრქვევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს. ნაკელის შენახვის საჭიროება განპირობებულია მისი გარკვეული პერიოდით დაყოვნების აუცილებლობით ს/ს დანიშნულების ფართობზე შეტანის შესაბამის დრომდე, რაც დამოკიდებულია წარმოებული ს/ს კულტურების თავისებურებასა და კლიმატურ პირობებზე.

2.1. ამიაკის შემცირება თხევადი ნაკელის საცავებიდან

პირუტყვის სადგომიდან შარდი და თხევადი ნაკელი, როგორც წესი, გროვდება ბეტონის, ფოლადის რეზერვუარებში, ან ლაგუნებში. ლაგუნებს აქვთ შედარებით დიდი შეხების ზედაპირი მოცულობასთან მიმართებაში და, შესაბამისად, ამიაკის გაფრქვევის უფრო მაღალი პოტენციალი [T. Kupper, et al. Agriculture, Ecosystems and Environment 300 (2020) 106963], რის გამოც ლაგუნების მოწყობა მაქსიმალურად უნდა შეიზღუდოს და მის ნაცვლად მოეწყოს რეზერვუარები. მცირე ზომის ფერმებისთვის რეკომენდებულია სპეციალური ტომრების გამოყენება, რომლის მოწყობის ხარჯი გაცილებით დაბალია მყარი კონსტრუქციის მქონე ნაკელსაცავებთან შედარებით.

2.1.1. რეკომენდაციები ნაკელსაცავის მოსაწყობად

- 1) საცავი უდნა იყოს საკმარისი ზომის, რომ უზრუნველყოს ნაკელის შენახვა ნიადაგში შეტანის ოპტიმალურ ვადამდე, როგორც წესი 1 წელზე გათვლით;
- 2) საცავის ზედაპირის ფართობი, რომელიც განსაზღვრავს ამიაკის გამოყოფის ინტენსივობას, უნდა მინიმუმადე დაყვანილი. მაგ. 1000 მ³-იანი საცავის ზედაპირის ფართობი შესაძლებელია შემცირდეს 1/3-ით კედლის სიმაღლის 2 მ-ით მომატების ხარჯზე, 3-დან 5 მ-მდე. თხევადი ნაკელის საცავის მოვლის პრაქტიკის გათვალისწინებით საჭიროა საცავის სიმაღლე არანაკლებ 3 მ იყოს;
- 3) თხევადი ნარჩენების საცავი აუცილებელი იყოს დახურული, რაც მაღალეფექტიანია ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად. ამ მიზნით სხვადასხვა ტიპის სახურავებია გამოყენებული:
 - I. მყარი სახურავი ყველაზე უფრო კარი შედეგის მქონეა, თუმცა მისი მოწყობის დანახარჯებიც მაღალია. მყარი სახურავი უზრუნველყოფს ამიაკის გამოყოფის მინიმუმადე შემცირებას, თუმცა სახურავის მოწყობისას გასათვალისწინებელია მცირე ზომის სავენტილაციო ღიობების დატოვება, რაც გამორიცხავს მეთანის დიდი რაოდენობით დაგროვებას. მყარი სახურავების მოწყობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჭარბტენიან პირობებში, სადაც ატმოსფერული ნალექების სიუხვის გამო მნიშვნელოვნად გაიზრდება საჭირო ნაკელსაცავის მოცულობა და/ან მისი დაცლის სიხშირე.
 - II. მცურავი სახურავი, რომელიც ძირითადად მზადდება პლასტმასისგან და შედარებით ნაკლებეფექტიანია მყარ სახურავთან შედარებით, თუმცა მისი მოწყობა მცირე დანახარჯებთან არის დაკავშირებული. მცურავი სახურავი უნდა დაეხას საცავის კედლებზე, რომ დაცული იყოს გადამბრუნებისგან წუნწუხის არევისას და ქარის ზემოქმედებისგან.
 - III. ბუნებრივი ქერქი, რომელიც წარმოიქმნება ორგანული მასისგან უმეტესად მსხვილფეხა პირუტყვის თხევადი ნაკელის ზედაპირზე, ზოგჯერ ღორის თხიერ ექსკრემენტების შემთხვევაშიც. მისი წარმოქმნა ხდება თხიერ მასაში მშრალი ნივთიერების 7 %-ზე მაღალი შემცველობისას. წარმოქმნილი ქერქის დაურღვევლად შესანარჩუნებლად საცავში ნარჩენის შესვლა უნდა მოხდეს ქერქის ქვედა მხრიდან. ბუნებრივი ქერქის ეფექტიანობა დამოკიდებულია

ზედაპირის დაფარვის ხარისხსა და სისქეზე. ამასთან, გასათვალისწინებელია რომ ქერქის წარმოქმნას გარკვეული დრო ჰქონდეს და, შესაბამისად, მის წარმოქმნამდე ამიაკის მნიშვნელოვან დანაკარგებს ექნება ადგილი;

- IV. მოტივტივე ქერქი, რომელიც იქმნება ნამჯის ან მსუბუქი მოტივტივე მასალის გამოყენებით. ნამჯის საფარველის შესაქმნელად უმჯობესია დაქუცმაცებული ნამჯის (სიგრძით დაახლოებით 4 სმ) მოფანტვა ნაკელსაცავის ზედაპირზე 4 კგ/მ²-ის ოდენობით. ნამჯიანი საფარველის უარყოფით მხარედ ითვლება მეთანის და აზოტის ოქსიდების გამოყოფის მატება ნახშირბადშემცველი მასის ზრდის გამო. ასევე, იზრდება წუნწუხში მშრალი მასის შემცველობა, რომლის შედეგადაც მოსალოდნელია ამიაკის გამოყოფის მატება ნიადაგში მისი შეტანის შემდეგ.

ზეთის და ტორფის საფარველის მოწყობა არ არის რეკომენდებული მის გამოყენებასთან დაკავშირებული სირთულეების გამო. გარდა ამისა, მათმა გამოყენებამ შეიძლება მეთანის გამოყოფა გააძლიეროს.

ამიაკის გაფრქვევის შემცირება ნაკელსაცავი ლაგუნებიდან სირთულეებთან არის დაკავშირებული და მათი ჩანაცვლება რეზერვუარებით განიხილება ამიაკის გამოყოფის შემცირების ღონისძიებად. ამასთან, ლაგუნების მოწყობა უნდა შეიზღუდოს და ჩანაცვლდეს რეზერვუარებით.

სპეციალური ნაკელსაცავი ტომრების გამოყენება შედეგიანი ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად და მათი მოწყობა უფრო მცირე დანახარჯებთანაა დაკავშირებული, ვიდრე ბეტონის რეზერვუარის მოწყობა. თუმცა, ტომრების გამოყენება შესაძლებელია მცირე ზომის ფერმებისთვის. მათი გამოყენება ასევე იზღუდება წუნწუხში მშრალი მასის მაღალი შემცველობისას.

ცრხ. #2-ში მოცემულია თხევადი ნაკელის საცავიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ხერხები და მათი ეფექტიანობა.

ცხრ. 2. თხევადი ნაკელის საცავიდან ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ხერხები და მათი ეფექტიანობა [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015]

შემცირების ღონისძიება	შინაური ცხოველის სახეობა	გაფრქვევის შემცირება (%)	გამოყენებადობა	შენიშვნა
მყარი ფილა ან სახურავი	ყველა	80	რეზერვუარები	არ საჭიროებს დამატებით მოცულობას წვიმის წყლისთვის
მოქნილი სახურავი (მაგ. ტენტო)	ყველა	80	რეზერვუარები	
მოტივტივე ფოლგა	ყველა	60		

შემცირების ლონისძიება	შინაური ცხოველის სახეობა	გაფრქვევის შემცირება (%)	გამოყენებადობა	შენიშვნა
ბუნებრივი ქერქი	მსხვილფეხა პირუტყვი, ღორის თხევადი ნაკელი 7 %- ზე მეტი მშრალი მასით	40	გამოუსადეგარია ფერმებისთვის, სადაც ნაკელსაცავი ხშირად იცლება	
ხელოვნური ქერქი/ნამჯის საფარველი	ღორი და მსხვილფეხა პირუტყვი	40	არაპრაქტიკულია ძლიერ თხევადი წუნწუხისთვის და/ან ფერმებისთვის, სადაც ნაკელსაცავი ხშირად იცლება.	შეიძლება განაპირობოს აზოტის ოქსიდების და მეთანის გამოყოფის ზრდა
ლაგუნების ჩანაცვლება დახურული და ღია რეზერვუარები თ	ყველა	30–60		ამიაკის აქროლება ყველაზე მაღალია ლაგუნებიდან
საცავი ტომრები	ყველა	100	გამოყენება სწრაფად იმატებს გამოცდილების ზრდასთან ერთად	ყველაზე მეტად გავრცელებულია მცირე ზომის მელორეობის ფერმებში, თუმცა გამოიყენება დიდ მერმეული მიმართულების ძროხის ფერმებშიც

2.1.2. დამატებითი რეკომენდაციები თხევადი ნაკელის საცავების განთავსებისა და მოსავლეად

1) ნაკელსაცავების განთავსება უნდა მოხდეს მდინარეების (ასევე სხვა ზედაპირული წყალსატევებისგან) კალაპოტისაგან მინიმუმ 10 მეტრის მოშორებით. წყალდაცვითი ზოლის სიგანე აითვლება მდინარის კალაპოტის კიდიდან და მდინარის სიგრძის შესაბამისად შემდეგია:

- 25 კილომეტრამდე სიგრძის მდინარისათვის – 10 მეტრი;
- 50 კილომეტრამდე სიგრძის მდინარისათვის – 20 მეტრი;
- 75 კილომეტრამდე სიგრძის მდინარისათვის – 30 მეტრი;
- 75 კილომეტრზე მეტი სიგრძის მდინარისათვის – 50 მეტრი.

- 2) საცავების ხშირი არევისა და დაცლის შეზღუდვა, რადგან ამ ოპერაციების შედეგად იზრდება ამიაკის გამოყოფა;
- 3) ჰაერის სიჩქარის შემცირება რეზერვუარის ზედაპირთან ახლოს შემადლებული გვერდების და ქარსაცავის ზოლის მოწყობით;
- 4) მიწისქვეშა საცავების მოწყობა და საჩრდილობლების მოწყობით მიწისზედა საცავებისთვის ამცირებს თხევადი ნაკელის ტემპერატურას და ამიაკის და მეთანის გამოყოფას.

2.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება მყარი ნაკელის საცავებიდან

მყარი ნაკელის შენახვა ძირითადად ხდება ბეტონის ზედაპირიან საცავში, რომელიც, ჩვეულებრივ, აღჭურვილია საწრეტი არხებით, გადახურულია და შემოფარგლულია კედლით სამი მხრიდან.

ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად რეკომენდებულია შედეგი ღონისძიებები:

ა) ნაკელსაცავი უნდა იყოს გადახურული და დაცული მაღალი ტემპერატურისგან და ატმოსფერული ნალექებისგან. სახურავი შესაძლებელია იყოს მყარი მასალისგან და ასევე დრეკადი პოლიმერული მასალისგან (მაგ. ტენტი);

ბ) ნაკელის გროვის დიდი რაოდენობით ნამჯით (ან ჩალით) დაფარვა. ეს მეთოდი ნაკლებადეფექტიანია გადახურვასთან შედარებით. ასეთ შემთხვევაში იზრდება აზოტის ოქსიდების და მეთანის გამოყოფის შესაძლებლობა;

გ) ნაკელის გროვის ზედაპირის მაქსიმალურად შემცირება, რაც ძირითადად მიიღწევა საცავის მაღალი კედლების მოწყობის ხარჯზე. ეს მეთოდიც ნაკლებადეფექტიანია გადახურვასთან შედარებით;

დ) ნაკელის მაქსიმალურად მშრალად შენახვა. ეს ღონისძიება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქათმის ნაკელიანი საფენის და ლენტზე გამშრალი ფრინველის ნაკელის შემთხვევაში, რომლის დატენიანებით დაიწყება შარდმჟავას დაშლის პროცესი და ამიაკის გამოყოფა. ამისათვის აუცილებელია ფრინველის ნაკელის საცავის გადახურვა და ბეტონის იატაკის მოწყობა.

ე) ქათმის ჰაერმშრალ ნაკელში მშრალი მასის შემცველობა 60-70 %-ს აღწევს და ძალიან მცირე რაოდენობით გამოყოფს ამიაკს. მსგავსი ნაკელის დაცული უნდა იყოს დატენიანებისგან, რაც მიიღწევა გადახურულ ნაკელსაცავში შენახვით.

ვ) ღრმა სანაკელე ორმოთი აღჭურვილი საფრინველეებში ნაკელის ხშირად ერთი წლით ინახება შენობის ქვეშ და გამოყოფს დიდი რაოდენობით ამიაკს დაბალი მშრალი მასის და მაღალი ტენიანობის გამო. ასეთ პირობებში საფრინველის შენობიდან გამოსული ჰაერის გამოყენებით უნდა მოხდეს ორმოში განთავსებული ნაკელის ზედაპირის განიავება, რაც უზრუნველყოფს ნაკელის გროვაში ტენის შემცირებას.

ზ) ამიაკის აქროლების შემცირება შესაძლებელია ნაკელის გროვის ტემპერატურის შემცირებით, ისე, რომ არ აღემატებოდეს 50°C-ს.

თ) ამიაკის გაფრქვევის შემცირების მიზნით შესაძლებელია ნახშირბადის და აზოტის შეფარდების (C/N) გაზრდა 25-ზე მეტად ნამჯის და სხვა საფენის მასალის დამატებით, რომელიც მდიდარია ნახშირბადით;

ი) უნდა შეიზღუდოს ნიადაგის ზედაპირზე ნაკელის გროვის განთავსება, რაც აქროლებით დანაკარგებთან ერთად იწვევს ჩარეცხვით დანაკარგებსაც, რაც ზრდის მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურების რისკს, განსაკუთრებით ჭარბტენიან პირობებში.

ნაკელის კომპოსტირება

მეურნეობაში წარმოქმნილი ნაკელის და სხვა ორგანული ნარჩენების გამოყენება შესაძლებელია ორგანული სასუქის - კომპოსტის დასამზადებლად, რომელიც ძვირფასი ორგანული სასუქია სოფლის მეურნეობისთვის და, ამასთან ერთად, ხელს შეუწყობს ნაკელის უსისტემოდ განთავსების არასწორი პრაქტიკის შეცვლას და ამიაკური და ნიტრატული აზოტის დანაკარგების მნიშვნელოვან შემცირებას.

კომპოსტის დასამზადებლად ნაკელთან (მსხვილფეხა პირუტყვის, ღორის, ქათმის, თხის, ცხვრის) ერთად გამოიყენება ნამჯა, თივა (ბალახის თესლის არშემცველი), მწვანე ბალახი, ხის ნაფოტი, წვრილი ტოტები (წვრილად დაჭრილი), ხეხილის ანასხლავი (დაავადებების არშემცველი), ფოთლები, სამზარეულოს მცენარეული ნარჩენები, ლობიოს ან სხვა პარკოსნის ფუჩეჩი, კვერცხის ნაჭუჭი, ნაცარი (მცირე რაოდენობით, მაქსიმუმ საერთო მოცულობის 3%), ყველა სახის მწვანე მასა გარდა შხამიანი და ეკლიანი მცენარეებისა.

კომპოსტის მასალის შეგროვებისას მნიშვნელოვანია მშრალი (მაგ. ჩალა, ნამჯა, ხმელი თივა, ნაფოტი, ხმელი ტოტები და ა.შ.) და ნედლი მასალის (ნებისმიერ სახის მწვანე მასა, ნაკელი, სამზარეულოს მცენარეული ნარჩენები და ა.შ.) თანაფარდობის დაცვა; 1 წილ მშრალ მასაზე უნდა მოდიოდეს 3 წილი ნედლი მასა (მოცულობის მიხედვით), შესაძლებელია 1:4-თან შეფარდებაც, განსაკუთრებით კომპოსტის დამზადებისას წლის თბილ პერიოდში.

ბიოგაზის წარმოება

კომპოსტირების ალტერნატივად შესაძლებელია ბიოგაზის დანადგარების განხილვა, რომელსაც ასევე წარმატებით შეუძლია გადაჭრას ნაკელის უსისტემოდ განთავსების პრობლემა. ბიოგაზის რეაქტორების გამოყენების პრაქტიკა საქართველოში უკვე არსებობს, თუმცა ფართოდ ჯერ კიდევ არ არის გავრცელებული, რაც ძირითად მის მოწყობის საწყის დანახარჯებთან და მის გამართული ფუნქციონირების უზრუნველყოფის სირთულეებთანაა დაკავშირებული. ბიოგაზის დანადგარის უპირატესობა გამოიხატება ერთი მხრივ ამიაკის გამოყოფის შემცირებაში, ისე მეთანის გაფრქვევის შეზღუდვაში, ხოლო ნარჩენი ორგანული მასა წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იყოს ნიადაგის განოყიერებაში.

3. ამიაკის გაფრქვევა ნაკელის შეტანისას

წუნწუნის და ნაკელის შეტანის პროცესში წარმოშობილი ამიაკის დანაკარგები მიჩნეულია ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროდ ამიაკის საერთო გაფრქვევებში. შესაბამისად, საჭიროა აღნიშნული დანაკარგების მინიმუმამდე შემცირება, რადგან მეცხოველეობის ფერმების და ნაკელსაცავების მართვის მიმართულებით გატარებული ღონისძიებების

შედეგად შენარჩუნებული ამიაკი შესაძლოა მთლიანად დაიკარგოს ორგანული სასუქების არასწორი შეტანით.

3.1. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება წუნწუხის და სხვა თხევადი ნაკელის ნიადაგში შეტანისას

წუნწუხის შეტანისას ამიაკის აქროლებითი დანაკარგების შემცირებისთვის ყველაზე ეფექტიანია კვალგამხსნელიანი წუნწუხის შემტანი ს/ს მანქანების გამოყენება, რაც ზრდის შეტანის სიზუსტეს და ამცირებს გადარეცხვის რისკს.

კვალგამხსნელიანი წუნწუხის შემტანი გამოყენებისას სასუქი შეიტანება ნიადაგის ზედაპირს ქვეშ და მცირდება მისი ჰაერთან შეხება და უფრო ეფექტიანია ვიდრე ზედაპირულად კვალში შემტანი ს/ს მანქანები.

განასხვავებენ სამი ტიპის კვალგამხსნელიან წუნწუხის შემტან აგრეგატს:

- 1) ზედაპირული კვალგამხსნელიანი წუნწუხშემტანი, რომელიც ჭრის ვიწრო ღარს (4-6 სმ სიღრმეზე და 25-30 სმ დაშორებით), რომელშიც შეაქვს თხევადი ორგანული სასუქი. ისინი ძირითადად გამოიყენება საძოვრებზე. ამიაკის დანაკარგების შემცირება დამოკიდებულია გამოყენებული კვალგამხსნელის ტიპზე - დახურულია თუ ღია. უპირატესობა ენიჭება დახურული ტიპის კვალგამხსნელის აგრეგატს, რომელიც უზრუნველყოფს შეტანილი თხევადი სასუქის ნიადაგით დაფარვას და ამცირებს მის დანაკარგებს.
- 2) ღრმა კვალგამხსნელიანი წუნწუხშემტანი, რომელსაც შეუძლია თხევადი სასუქის შეტანა ნიადაგის 10-30 სმ სიღრმეზე 50 სმ-დან 75 სმ-მდე დაშორებით. ღრმა კვალგამხსნელიანი აგრეგატები გამოირჩევა მაღალი წარმადობით და ძირითადად გამოიყენება სახნავ ფართობებზე.
- 3) კვალგამხსნელიანი წუნწუხშემტანი მხოლოდ სახნავი მიწებისთვის. სასუქის შეტანის სიღრმე 12-15 სმ.

კვალში შემტანი აგრეგატები ამცირებენ ამიაკის დანაკარგებს თხევადი ორგანული სასუქების ჰაერთან შეხების ზედაპირის შემცირების ხარჯზე. ამ აგრეგატების ეფექტიანობა დამოკიდებულია ს/ს კულტურის ნათესის სიმაღლეზე.

- 1) წუნწუხშემტანი აგრეგატით (კვალგამხსნელის გარეშე) თხევადი სასუქი შეიტანება ნიადაგის ზედაპირზე. გამოიყენება ს/ს კულტურების ნათესის გამოსაკვებად;
- 2) წუნწუხშემტანი აგრეგატი თითებიანი კლუტივატორით თხევადი სასუქის შეტანა ხდება წუნწუხგამტარი მილის საშუალებით უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირზე ნათესის ქვეშ. ზოგიერთი აგრეგატი კონსტრუქციიდან გამომდინარე ჭრის მცირე კვალსაც, რაც აუმჯობესებს ნიადაგში თხევადი სასუქის შეწოვას [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

თხევადი ორგანული სასუქის ნიადაგის ზედაპირზე შეტანისას აუცილებელია მისი ჩახენა ნიადაგში რაც შეიძლება სწრაფად. ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა მისი შეტანისთანავე, რამდენიმე წუთში, ჩაკეთება ნიადაგში, რითაც მიიღწევა ამიაკის დანაკარგების შემცირება 70-90 %-ით. 4 საათის შემდეგ ჩახენის შედეგად 45-65 %-მდე შემცირებაა შესაძლებელია, ხოლო 24 საათში კი - დაახლოებით 30 %-ით. ვინაიდან, ტრადიციული ხვნა, ბელტის გადებრუნებით,

შედარებით დიდ დროს მოითხოვს და მაღალ ენერგოდანახარჯებთანაა დაკავშირებული, თხევადი ორგანული სასუქების ნიადაგში ჩასაკეთებლად საკმარისია თათებიანი ან დისკოებიანი კულტივატორის გამოყენება, რომელიც უზრუნველყოფს შეტანილი სასუქის არევას ნიადაგში.

ამიაკის დანაკარგების შემცირება თხევადი ორგანული სასუქის შეტანისას შესაძლებელია მშრალი მასის მაღალი შემცველობის მქონე თხევადი ნაკელის განზავებით, რაც დააჩქარებს მის შეწოვას ნიადაგის მიერ. ამ მიზნით შესაძლებელია შემდეგი მეთოდის გამოყენება:

- 1) თხევადი ნაკელი შეიძლება დაემატოს სარწყავ სისტემაში და ამ ფორმით მოხდეს მისი შეტანა საძოვარზე ან ს/ს კულტურით დაკავებულ ფართობზე. აღნიშნული ოპერაცია შეიძლება შესრულდეს დაბალწნევიანი დაწვიმებით მორწყვის სისტემების მეშვეობით. შესაძლებელია სხვადასხვა თანაფარდობის გამოყენება თხევადი ნაკელის წყლით განზავებისას, რეკომენდებულია არაუმეტეს 1:50 (თხევადი ნაკელი/წყალი) და არანაკლებ 1:1 განზავება. მსგავსი სახით ნაკელის შეტანა 30 %-ით ამცირებს ამიაკის გაფრქვევას.
- 2) ს/ს მანქანებით შეტანისას თხევადი ნაკელის წყალთან განზავება შესაძლებელია უშუალოდ შემტანი აგრეგატის რეზერვუარში. ამ მეთოდით იზრდება გადასატანი სითხის საერთო მოცულობა, რაც დამატებით ხარჯებთან არის დაკავშირებული, ამიტომ მცირე განზავებაც კი, მაგ. 1:0.5 (თხევადი ნაკელი/წყალი) თანაფარდობით, ხელს შეუწყობს ამიაკის დანაკარგის შემცირებას [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

ამიაკის გაფრქვევის შემცირებაზე გავლენას ახდენს თხევადი ორგანული სასუქების შეტანისას ვადები და მეტეოროლოგიური პირობები. თხევადი ნაკელის შეტანა უმჯობესია:

- 1) გრილ უქარო და ტენიან პირობებში შეტანა ხელს შეუწყობს ამიაკის დანაკარგების შემცირებას;
- 2) უქარო ამინდში საღამოს საათებში შეტანა, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა დაბალია მცირდება ამიაკის დანაკარგებიც;
- 3) სასურველია თხევადი ნაკელი შეტანა ახლად დამუშავებულ ნიადაგზე, როდესაც მაღალია ნიადაგის მიერ თხევადი ორგანული სასუქის შეწოვის უნარი.

ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად კარგ შედეგს იძლევა თხევადი ნაკელის pH მაჩვენებლის შემცირება 6-მდე ან უფრო მეტად [D. Fangueiro et al. / Journal of Environmental Management 149 (2015) 46-56], კერძოდ, გოგირდმჟავის დამატებით. გოგირდმჟავის დამატება გასაკუთრებულ სიფრთხილეს და უსაფრთხოების ნორმების დაცვას საჭიროებს, როგორც ადამიანის და ცხოველთა ჯანმრთელობის დაცვის მხრივ, ისე გარემოს დაცვის კუთხით, რის გამოც რეკომენდებულია აღნიშნული ოპერაცია ჩაატაროს შესაბამისი კვალიფიკაციის მქონე პირმა უსაფრთხოების წესების სრული დაცვით. უმჯობესია, ავტომატური დოზირების სისტემების გამოყენება, როგორც თხევადი ნაკელის საცავში დამატებისას, ისე უშუალოდ ნიადაგში შეტანისას ს/ს მანქანების სათანადო აგრეგატების მეშვეობით, რომლებიც უზრუნველყოფენ გოგირდმჟავის ავტომატურ რეჟიმში უსაფრთხო დამატებას პერსონალის

ჩარევის გარეშე. თხევადი ნაკელის გოგირდმჟავის მეშვეობით გამჟავებით შესაძლებელია ამიაკის გაფრქვევის 50 %-მდე შემცირება. კვლევების თანახმად გოგირდმჟავის ალტერნატივად შესაძლებელია სხვა ნაკლებტოქსიკური დანამატების გამოიყენება, როგორიცაა ალუმინ-კალიუმის შაბი, რკინის ქლორიდი, ალუმინის სულფატი, ძმარმჟავა [I. Kavanagh et al. / Journal of Cleaner Production 237 (2019) 117822; I. Regueiro et al. / Journal of Cleaner Production 131 (2016) 296e307].

3.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება მყარი ნაკელის ნიადაგში შეტანისას

მყარი ნაკელის შეტანისას ამიაკის გაფრქვევს შემცირების ერთადერთი გზა მისი ნიადაგში შეტანისთანავე ჩაკეთებაა. ამიაკის აქროლებითი დანაკარგების შემცირება მით უფრო მეტია, რაც მალე მოხდება ნიადაგში ნაკელის ჩახვნა/ჩაკეთება. 60-90 %-ით შემცირება მიიღწევა ნაკელის ნიადაგის ზედაპირზე მოფანტვიდან 4 სთ განმავლობაში ჩახვნისას, 24 სთ-ში ჩახვნით კი აღნიშნული ეფექტი 30 %-მდე მცირდება. კვლევის თანახმად, თხევადი ნაკელისგან განსხვავებით, მყარი ნაკელის შეტანისას რეკომენდებულია ტრადიციული ხვნის ჩატარება, რადგან კულტივატორები ისეთივე ეფექტიანობით ვერ გამოირჩევა [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

3.2.1. დამატებითი რეკომენდაციები თხევადი და მყარი ნაკელის გამოყენებისას

თხევადი და მყარი ნაკელის შეტანისას ამიაკის გაფრქვევის შესამცირებლად გასათვალისწინებელია შემდეგი:

- 1) კვალგამხსნელიანი წუნწუხშემტანი აგრეგატების გამოყენებით ამიაკის დანაკარგების შემცირება ცვალებადი იქნება წუნწუხში მშრალი მასის შემცველობის, ნიადაგის თვისებების და ს/ს კულტურის თავისებურებებიდან გამომდინარე;
- 2) ნაკელის ჩახვნის ეფექტიანობა დამოკიდებული იქნება ნაკელის ტიპზე და ზედაპირული შეტანიდან გასული დროის ხანგრძლივობაზე. რაც უფრო სწრაფად მოხდება ნიადაგში ჩაკეთება, მით უფრო მეტად შემცირდება ამიაკის დანაკარგები;
- 3) წუნწუხშემტანი ს/ს მანქანები უფრო კარგ შედეგს იძლევა სახნავ ფართობებზე, ვიდრე საძოვრებზე. ამასთან, ღორის ნაკელის განზავებული წუნწუხის შეტანა უფრო მაღალი ეფექტიანობით ხასიათდება ამიაკის დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით, ვიდრე მსხვილფეხა პირუტყვის წუნწუხის გამოყენების შემთხვევაში.
- 4) მცირეკონტურიან ნაკვეთებში და რთულ რელიეფურ პირობებში, როგორც მრავლად არის საქართველოში, მნიშვნელოვნად იზღუდება მსხვილი ს/ს მანქანების გამოყენება და საჭირო იქნება შესაბამისი მცირეგაბარიტიანი ს/ს მანქანების და აგრეგატების შერჩევა;

ცხრილი 3. პრაქტიკული რჩევები ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ხერხების შესარჩევად

შემცირების ხერხი	ნაკელის სახეობა	მიწათსარგებლ ობის ტიპი	ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ტიპიური მაჩვენებელი, % *	გამოყენების შეზღუდვები
წუნწუნშემტანი აგრეგატი (კვალგამხსნელი ს გარეშე)	წუნწუხი და სხვა თხევადი ნაკელი	სადოვარი და სახნავი	30–35	ნაკვეთის დახრილობა, ზომა და ფორმა. ნაკლები სიბლანტის წუნწუხი. სახნავ ფართობზე ამიაკის შემცირება იზრდება ნათესის სიმაღლის მატებასთან ერთად
წუნწუნშემტანი აგრეგატი თითებიანი კულტივატორი თ	წუნწუხი და სხვა თხევადი ნაკელი	სადოვარი და სახნავი; სათოხნი კულტურები	30–60	როგორც ზემოთ
წუნწუნშემტანი აგრეგატი კვალგამხსნელი თ (ზედაპირულად შემტანი)	წუნწუხი და სხვა თხევადი ნაკელი	სადოვარი და სახნავი; მარცვლეული კულტურები	ღია კვალი - 70; დახურული კვალი (10 სმ სიღრმეზე) - 80;	როგორც ზემოთ. გამოუსადეგარია მშრალ, ქვიან ან ძლიერ გამკვრივებულ ნიადაგებზე
წუნწუნშემტანი აგრეგატი კვალგამხსნელი თ (ღრმად შემტანი)	წუნწუხი და სხვა თხევადი ნაკელი	სახნავი	90	როგორც ზემოთ. საჭიროებს მძლავრ ტრაქტორს. გამოუსადეგარია მცირე სისქის ნიადაგებზე; მაღალი თიხის შემცველ ნიადაგებზე მშრალ პირობებში; ტორფიან ნიადაგებზე და მაღალი ინფილტრაციის მქონე ნიადაგებზე
წუნწუხის განზავება სარწყავ სისტემაში გამოსაყენებლად	წუნწუხი	სახნავი და სადოვარი	50%-იანი განზავება (1 წუნწუხი: 1 წყალი) = 30% -იან შემცირებას	მხოლოდ სარწყავი სისტემის არსებობის პირობებში; მხოლოდ დაბალწნევიანი საირიგაციო სისტემებისთვის

შემცირების ხერხი	ნაკელის სახეობა	მიწათსარგებლ ობის ტიპი	ამიაკის გაფრქვევის შემცირების ტიპიური მაჩვენებელი, % *	გამოყენების შეზღუდვები
განზავება ს/ს მანქანებით ნიადაგში შეტანამდე	მსხვილფე ხა პირუტყვი ს მაღალი სიბლანტი ს წუნწუხი	სახნავი და სამოვარი	50-მდე ბლატი წუნწუხის შემთხვევაში (50%-იანი განზავება= 30%-იან შემცირებას)	ზრდის შეტანის სითხის მოცულობას. მისაღებია მცირე ზომის ფერმებისთვის. შეტანის დოზა უნდა გაიზარდოს განზავების შემდეგ საერთო ამიაკური აზოტის შემცველობის შემცირების პროპორციულად
შეტანის დროის მართვა	ყველა ტიპის ნაკელი	სახნავი და სამოვარი	ცვალებადია	აღნიშნული პრაქტიკა საჭიროებს ადგილობრივ პირობებთან შესაბამისობის დადგენას
ნიადაგში ჩაკეთება	წუნწუხი	სახნავი; ეფექტიანია მხოლოდ შეტანისთანავე ე ჩაკეთებისას	შეტანისთანავე ხვნა= 90; შეტანისთანავე კულტივაცია (ბელტის გადაუბრუნებლად)= 70; ჩაკეთება 4 საათის გამავლობაში = 45–65; ჩაკეთება 24 საათის განმავლობაში= 30	მხოლოდ სახნავ მიწებზე
ნიადაგში ჩაკეთება	მყარი ნაკელი	სახნავი; ეფექტიანია მხოლოდ შეტანისთანავე ე ჩაკეთებისას.	შეტანისთანავე ხვნა= 90; შეტანისთანავე კულტივაცია (ბელტის გადაუბრუნებლად)=70; ჩაკეთება 4 საათის გამავლობაში =45–65; ჩაკეთება 24 საათის განმავლობაში=30	მხოლოდ სახნავ მიწებზე

**შესადარებელ ფონად წუნწუხის შემთხვევაში აღებულია ამიაკის დანაკარგები დაუმუშავებელი
წუნწუხის შეტანისას ნიადაგის ზედაპირზე; მყარი ნაკელის შემთხვევაში - ნაკელის დატოვება
ნიადაგში ჩაუხვნილად ერთი კვირაზე მეტი ხნით*

4. ამიაკის გაფრქვევა მინერალური სასუქების გამოყენებისას

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში გამოყოფილი ამიაკის უდიდესი ნაწილი მოდის თხევად და მყარ ნაკელზე, თუმცა დაახლოებით 10 % გამოიყოფა სინთეზური აზოტიანი სასუქების გამოყენებისას. ამიაკის დანაკარგები შედარებით ნაკლებია ამონიუმის ნიტრატის გამოყენებისას, ჩვეულებრივ საერთო რაოდენობის 0.5-5 % ფარგლებში, თუმცა მნიშვნელოვან დანაკარგებს (5-40 %) შეიძლება მიაღწიოს ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის ფოსფატის და შარდოვანას გამოყენებისას [Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. UNECE, 2015].

ამონიუმის შემცველი აზოტიანი სასუქების ნიადაგში შეტანისას ხდება ამონიუმის იონის დაკავება (შთანთქმა) ნიადაგში, რაც უფრო ხელსაყრელი პირობები იქნება ნიადაგში ამონიუმის შესაბოჭად მით უფრო მცირეა ამიაკის სახით აზოტის დანაკარგები.

ამონიუმის ნიადაგში მაქსიმალური დაკავებისთვის ხელშემწყობი ფაქტორებია:

- 1) სასუქის ნიადაგში ჩახვნა/ჩაკეთება;
- 2) ნიადაგის მაღალი შთანთქმის უნარი;
- 3) ნიადაგში საკმარისი ტენის არსებობა;
- 4) ნიადაგის დაბალი pH მაჩვენებელი;
- 5) დაბალი ტემპერატურა.

სასუქის შეტანისას ამიაკის ემისია დამოკიდებულია სასუქის ტიპზე, ამინდზე და ნიადაგურ პირობებზე. ორგანული სასუქები, როგორცაა წუნწები, ნაკელი და სხვადასხვა სახის კომპოსტი წარმოადგენს აზოტის ბუნებრივ წყაროს, რომლებიც ამაღლებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას და ხელს უწყობენ მცენარის ზრდას. საჭიროების შემთხვევაში მათ შეიძლება დაემატოს არაორგანული სასუქები.

მეურნეობაში საკვები ნივთიერებების მართვის გეგმის მომზადება იძლევა სასუქების ეფექტიანი, დაბალანსებული გამოყენების შესაძლებლობას და დაფუძნებულია მაკრო- (N, P, K) და მიკროელემენტების რაოდენობაზე, რომელიც შეიძლება განსხვავდებოდეს ნიადაგის ტიპის, ამინდის პირობების, შეტანის ნორმების და ხერხების, გამოყენებული ორგანული და მინერალური სასუქების სახეობების მიხედვით.

საკვები ნივთიერებების მართვის გეგმა მოიცავს რამდენიმე ძირითად კომპონენტს:

- ნიადაგის ნაყოფიერების შეფასებას;
- მეურნეობაში არსებული საკვები ელემენტების მარაგის დადგენას;
- წარსული პერიოდის მართვის პრაქტიკის განხილვა/შეფასებას;
- გამოყენებული ნებისმიერი სახის სასუქის შეტანის ხერხების და პერიოდის განსაზღვრას;
- რეალისტური მოსავლის დაგეგმვას.

4.1. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება შარდოვანას გამოყენებისას

შარდოვანას სასუქად გამოსაყენებლად იგი უნდა დაიშალოს ფერმენტ ურეაზას ზემოქმედებით ამიაკად და ნახშირორჟანგად. თუ შარდოვანას დაშლა მოხდა ნიადაგის ზედაპირზე, მაშინ ამიაკი აქროლდება, ხოლო შარდოვანას ნიადაგში ჩაკეთებისას დაშლისას გამოყოფილი ამიაკი შეიზოჭება თიხის ან ორგანული ნივთიერებების მიერ, ან წარმოქმნის უფრო სტაბილურ ნაერთებს.

ამიაკის დანაკარგები განსაკუთრებით დიდია მსუბუქ, ქვიშნარ ნიადაგებზე, რომელსაც თიხის დაბალი შემცველობა და შთანთქმის დაბალი უნარი გააჩნიათ. ამასთან, მშრალ პირობებში ამიაკის დანაკარგები გაცილებით მაღალია სამოვარზე შეტანისას, ვიდრე სახნავ ფართობზე, თუმცა სამოვარზე შარდოვანას შეტანა, ჩვენს პირობებში, პრაქტიკულად არ წარმოებს.

ამიაკის გაფრქვევა შარდოვანას წყალხსნარებიდან მსგავსია მყარი სასუქიდან ამიაკის გამოყოფისა. ხსნარში არსებული წყლის რაოდენობა, როგორც წესი არასაკმარისია შარდოვანას ნიადაგში ჩასარეცხად. მიუხედავად ამისა, წყალხსნარის გამოყენებისას საერთო დანაკარგები შედარებით მცირე იქნება.

თავთავიან მარცვლოვნებში ცილის შემცველობის ასამაღლებლად გავრცელებული პრაქტიკაა შარდოვანას ხსნარით ფოთლოვანი გამოკვება, რომლის დაროსაც მაღალია ამიაკის დანაკარგები. საქართველოში ხშირია შემთხვევა, როცა შარდოვანა მყარი სახით შეიტანება მარცვლოვანი კულტურების ნათესებში აზოტით გამოკვების მიზნით, რაც მაღალი ტემპერატურის და სარწყავ წყალზე ხელმიუწვდომლობის პირობებში, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ამიაკის დანაკარგებთანაა დაკავშირებული.

შარდოვანას სასუქად გამოყენებისას ამიაკის დანაკარგების შესამცირებლად შემდეგი ღონისძიებების გატარებაა საჭირო:

- 1) შარდოვანას ჩახვნა/ჩაკეთება ნიადაგში შეტანისთანავე, რითაც შესაძლებელია ამიაკის დანაკარგების 50-80 %-ით შემცირება;
- 2) შარდოვანას ნიადაგში ღრმად შეტანა, რაც კარგ შედეგს იძლევა ზედაპირთან ახლოს შეტანასთან შედარებით. ამ მეთოდით შესაძლებელია ამიაკის გაფრქვევის შემცირება 90 %-ით;
- 3) ფერმენტ ურეაზას ინჰიბიტორების გამოყენება შარდოვანას დაშლის პროცესის გასაზიარებლად. ამ გზით შესაძლებელია თხევადი შარდოვანა ამონიუმისგან ამიაკის გამოყოფის 40 %-ით, ხოლო მყარი შარდოვანასგან 70 %-ით შემცირება.
- 4) სარწყავ პირობებში შარდოვანას შეტანისას რეკომენდებულია ნაკვეთის მორწყვა მინიმუმ 50 მ³/ჰა ნორმით, რაც შეამცირებს ამიაკის გამოყოფას 40-70 %-ით;
- 5) შარდოვანას ჩანაცვლება ამონიუმის ნიტრატით, რასაც შეუძლია 90 %-მდე შეამციროს ამიაკის დანაკარგები და გაზარდოს შეტანილი სასუქის ეფექტიანობა. გარდა იმისა, რომ ამონიუმის ნიტრატი საქართველოში შედარებით იაფია და მისი ჩანაცვლება ხარჯების შემცირების მხრივაც ხელსაყრელია.

4.2. ამიაკის გაფრქვევის შემცირება ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ფოსფატის გამოყენებისას

ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ფოსფატის გამოყენებით ამიაკის პოტენციური დანაკარგები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნიადაგის pH-ზე. დანაკარგები მცირეა მჟავე ნიადაგებში შეტანისას ($\text{pH} < 7$).

კარბონატულ ნიადაგებზე, რომლის pH მეტია 7.5-ზე, უნდა შეიზღუდოს ამონიუმის სულფატის და ამონიუმის ფოსფატის გამოყენება, თუ მისი სწრაფი ჩახვნა/ჩაკეთება და მორწყვა არ არის შესაძლებელი.