



**სსიპ სოფლის მეურნეობის  
სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი**

**რისკის შეფასების სამსახური**

**სამეცნიერო დასკვნა**

**ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის მოხმარებით  
განპირობებული რისკის შეფასება საქართველოს მოსახლეობის მიმართ**

*შემსრულებლები:*

**რისკის შეფასების მეცნიერთა ჯგუფი:**

ლილი ლეკიაშვილი - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი

ნათია გურუშიძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ანი ქირია - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**ზურაბ ქუჩუკაშვილი** - ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, ივანე  
ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ჯგუფის  
კოორდინატორი)

თბილისი

2025



## სარჩევები

გამოყენებული აბრევიატურების სია.....	3
აბსტრაქტი.....	4
Abstract.....	6
საფრთხის იდენტიფიცირება .....	8
საფრთხის დახასიათება .....	19
ექსპოზიციის შეფასება.....	27
შეჯამება.....	43
რისკის შეფასების პროცესში წარმოქმნილი განუსაზღვრელობები.....	44
ბიბლიოგრაფია .....	46



## გამოყენებული აბრევიატურების სია

Acceptable Daily Intake (ADI) - მისაღები დღიური მოხმარება

CAS (Chemical Abstracts Service) — ქიმიური ნივთიერებების სარეგისტრაციო სამსახური

EC (European Commission) — ევროკომისია

EDI (Estimated Daily Intake) — სავარაუდო დღიური მოხმარება

EFSA (European Food Safety Authority) — ევროპის სურსათის უვნებლობის ორგანო

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) - გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია

GAP (Good Agricultural Practices) — კარგი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკა

Hazard Quotient (HQ) — საფრთხის კოეფიციენტი

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) — სუფთა და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი

InChI (International Chemical Identifier) — ქიმიკატების საერთაშორისო იდენტიფიკატორი

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) — საკვებდანამატების FAO/WHO ექსპერტთა ერთობლივი კომიტეტი

pH — წყალბადის იონების კონცენტრაციის მაჩვენებელი

NO — აზოტის მონოქსიდი

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> — ნიტრატის იონი

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> — ამონიუმის იონი

Reference Dose (RfD) — რეფერენს (საცნობარო) დოზა

WHO (World Health Organization)- ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაცია



## აბსტრაქტი

ნიტრატები აზოტმყავას მარილებია, რომლებიც ბუნებრივად გვხვდება გარემოში, მათ შორის ნიადაგში, წყალსა და მცენარეებში. ნიტრატი ბუნებრივად წარმოქმნილი ნაერთია, რომელიც „აზოტის ციკლის“ ნაწილია და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარეების კვებასა და ფუნქციონირებაში, აქვს დაგროვების პოტენციალი.

ნიტრატების 80-95%-ზე მეტს ბოსტნეული შთანთქავს. განსაკუთრებით, მწვანე ფოთლოვანი ბოსტნეული, როგორცაა სალათის ფურცლები, ისპანახი, ჭარხლის ფოთლები და რუკოლა. ნიტრატები ასევე გამოიყენება როგორც საკვები დანამატები, ძირითადად გადამუშავებულ ხორცში, შენახვის ვადის გასაზრდელად.

დღეისათვის ნიტრატების პრობლემამ გლობალური ხასიათი მიიღო. ნიტრატებით დაბინძურებული პროდუქტები, საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. უმი ბოსტნეული არის ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრილი ნიტრატის ძირითადი წყარო, რადგან ნიტრატის მაღალი კონცენტრაცია ფოთლებში გროვდება. სოფლის მეურნეობის პროდუქტებში ნიტრიტებისა და ნიტრატების კონცენტრაციის მატება ქიმიური სასუქების ფართო გამოყენებამ განაპირობა. ბოსტნეულში ნიტრატების კონცენტრაცია განსხვავდება სხვადასხვა ფაქტორის მიხედვით, როგორცაა: ნიადაგის ნაყოფიერებისთვის გამოყენებული აზოტშემცველი სასუქების რაოდენობა; ზრდის პირობები: ამინდი, სეზონი, ტემპერატურა, სინათლის ინტენსივობა; კულტივაციის ტიპი (ტრადიციული თუ სათბურის), მოსავლის აღების დრო, ტენიანობა, მცენარის სახეობა, მცენარის ასაკი, ნიადაგის pH; შენახვის პირობები და მოსავლის აღების შემდგომი შენახვა. კონცენტრაციის ზრდის ტენდენცია შეინიშნება ზამთარში, ჩრდილოეთ განედებში, რაც განპირობებულია სინათლის ინტენსივობისა და დღის საათების შემცირებით.

ბოსტნეული და ხილი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის აუცილებელი სურსათია. ისინი მდიდარია ვიტამინებით, მინერალებით, ბოჭკოებით, ცილებითა და ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით, რომლებიც მრავალი ფიზიოლოგიური პროცესის რეგულაციაში მონაწილეობს. მსოფლიოს ჯანდაცვის ორგანიზაცია (WHO) და გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია (FAO) გვიჩვენებს, რომ ყოველდღიურად მივიღოთ მინიმუმ 400 გრამი ბოსტნეული და ხილი ქრონიკული დაავადებების პრევენციის მიზნით. თუმცა, ამ პროდუქტების რეგულარულად მოხმარებასთან ერთად იზრდება გარკვეული ჯანმრთელობის რისკებიც, რადგან ბოსტნეული შეიძლება გახდეს ნიტრატების, მძიმე მეტალების, პესტიციდებისა და სხვა დამაბინძურებლების წყარო. ნიტრატი თავისთავად არც ისე ტოქსიკურია — ის ნიტრიტზე 10-ჯერ ნაკლებად მავნეა — მაგრამ ორგანიზმში, განსაკუთრებით ნერწყვსა და კუჭში, იგი შესაძლოა გარდაიქმნას ნიტრიტად, რომელიც რეაქციაში შედის ამინებთან ან ამიდებთან და წარმოქმნის ნიტროზამინებს — კარცინოგენულ, მუტაგენურ და ტერატოგენულ ნაერთებს (Qasemi et al., 2024).

კიბოს კვლევის საერთაშორისო სააგენტოს (IARC) კლასიფიკაციის თანახმად, ნიტრატები სავარაუდო კარცინოგენებია ადამიანებში (2A ჯგუფი), რაც განპირობებულია N-ნიტროზო ნაერთების წარმოქმნის უნარით — ნაერთები, რომლებიც მძლავრად ასოცირდება კუჭის კიბოს განვითარებასთან (Vlachou et al., 2020). მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის (WHO) მონაცემებით, ადამიანები ყოველდღიურად, საშუალოდ, 1.2–3.0 მგ ნიტრიტს მოიხმარენ. ნიტრატებთან დაკავშირებული ექსპოზიციის დაახლოებით 80%–85% მოდის ბოსტნეულიდან. ადამიანისათვის, ნიტრატებისა და ნიტრიტების, მთავარი წყაროები არის



საკვები და ენდოგენური წარმოქმნა (EFSA, 2008). ნიტრატებისა და ნიტრიტების ნაწილი ადამიანის ორგანიზმიდან გამოიდევენება, ნაწილი კი ცირკულირებს და გარდაიქმნება ნიტრიტად და აზოტის ოქსიდებად, რაც უზრუნველყოფს ნიტრატი-ნიტრიტი-NO ბალანსს. ნიტრატი განიცდის მრავალ მეტაბოლურ გარდაქმნას და ხელახლა რეციკლირებს ნერწყვსა და ნაწლავებში, ასევე ნაღველსა და ნაწლავებს შორის (Karwowska & Kononiuk, 2020).

2024 წლის 25 დეკემბერს, სურსათის ეროვნულ სააგენტოში რისკის ანალიზის ფარგლებში გამართულ სხდომაზე, რომელსაც დაინტერესებული მხარეებიც ესწრებოდნენ, პრიორიტეტულ საფრთხედ ბოსტნეულში ნიტრატების შემცველობა განისაზღვრა. სურსათის ეროვნულმა სააგენტომ, სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო - კვლევით ცენტრს დაუსახა შემდეგი ამოცანა - „ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის მოხმარებით განპირობებული რისკის შეფასება საქართველოს მოსახლეობის მიმართ განუსაზღვრელობის სიდიდის და რეკომენდაციების შემუშავების ჩათვლით“.

ქვეყანაში სურსათის მოხმარების ეროვნული კვლევის მონაცემების არარსებობის გამო, სურსათის მოხმარების მიხედვით, ექსპოზიცია შეფასდა ორი მიდგომით: 1) საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის წარმოებისა და მოხმარების მონაცემების გამოყენებით; 2) EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის მიხედვით, ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის მოხმარების მონაცემების გამოყენებით.

ზემოთ აღნიშნულ სურსათში ნივთიერების გამოვლენილი კონცენტრაციების დასადგენად გამოყენებულია სურსათის ეროვნული სააგენტოს მიერ, ნიტრატების შემცველობაზე 2020-2025 წლებში ჩატარებული კვლევების ხელმისაწვდომი მონაცემები. დამუშავებულია ბოსტნეულში (მათ შორის კარტოფილში, საზამთროსა და ნესვში) ნიტრატების შემცველობაზე ჩატარებული კვლევის 1371 ოქმი.

რისკის შეფასების ორივე მიდგომაში აღმოჩნდა, რომ გარკვეულ შემთხვევებში, საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) 1-ზე მეტია. რაც ნიშნავს, რომ ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციის შემცველი პროდუქტების პოტენციურად მაღალი მოხმარება, ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის მაღალ რისკთან ასოცირდება, როგორც ზრდასრულებში, ისე ბავშვებში.

მნიშვნელოვანია რისკის შეფასების პროცესში წარმოქმნილი განუსაზღვრელობების გასათვალისწინება, როგორებიცაა: სურსათის მოხმარების ეროვნული კვლევის მონაცემების არარსებობა და შედარებისათვის EFSA-ს ევროპის ყოვლისმომცველი სურსათის მოხმარების მონაცემთა ბაზის გამოყენება. ასევე, რისკის შეფასებისათვის შესაბამისი ტოქსიკოლოგიური მონაცემების სიდიდეებს შორის სხვაობა რომელიც გავლენას ახდენს რისკის შეფასების შედეგებზე.



## Abstract

Nitrates are salts of nitric acid that naturally occur in the environment, including in soil, water, and plants. Nitrate is a naturally formed compound that is part of the nitrogen cycle and plays a crucial role in plant nutrition and functioning, while also having the potential to accumulate. Vegetables absorb over 80–95% of nitrates, particularly green leafy vegetables such as lettuce, spinach, beet leaves, and arugula. Nitrates are also used as food additives, primarily in processed meats, to extend shelf life.

Today, nitrate-related issues have taken on a global dimension. Products contaminated with nitrates pose potential risks to human health. Raw vegetables represent the primary source of dietary nitrate, as high concentrations tend to accumulate in the leaves. The increased levels of nitrates and nitrites in agricultural products are largely attributable to the widespread use of chemical fertilizers, making this a universal concern due to their potential harmful effects. Nitrate concentrations in vegetables vary depending on multiple factors, including the amount of nitrogen-containing fertilizer used for soil fertility, growing conditions (e.g., weather, season, temperature, light intensity), cultivation type (traditional versus greenhouse), harvest time, humidity, plant species, plant age, soil pH, and post-harvest storage conditions. A tendency toward higher nitrate accumulation is observed during winter months and at higher latitudes, which is primarily due to reduced light intensity and shorter daylight hours.

Vegetables and fruits are essential components of a healthy human diet. They are rich in vitamins, minerals, fibers, proteins, and biologically active compounds that play roles in regulating numerous physiological processes. The World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) recommend a daily intake of at least 400 grams of fruits and vegetables to help prevent chronic diseases. However, alongside the benefits of regular consumption, certain health risks may arise, as vegetables can also serve as sources of nitrates, heavy metals, pesticides, and other contaminants (Qasemi et al., 2024)

Nitrate itself is not highly toxic—it is approximately ten times less harmful than nitrite—but within the human body, particularly in the saliva and stomach, it may be converted into nitrite. Nitrite can react with amines and amides to form N-nitroso compounds, which are carcinogenic, mutagenic, and teratogenic. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classifies nitrate as a probable human carcinogen (Group 2A), primarily due to its ability to form N-nitroso compounds, which are strongly associated with gastric cancer (Vlachou et al., 2020). According to WHO data, humans consume an average of 1.2–3.0 mg of nitrite daily, with approximately 80–85% of nitrate exposure deriving from vegetables (EFSA, 2008). The main sources of nitrate and nitrite for humans are dietary intake and endogenous production. Some nitrate and nitrite are excreted, while part circulates and is converted into nitrite and nitric oxide, maintaining a nitrate–nitrite–NO balance. Nitrate undergoes multiple metabolic transformations and is recycled in saliva and the intestines, as well as between bile and the intestines (Karwowska & Kononiuk, 2020).

On December 25, 2024, during a meeting held within the framework of the risk analysis at the National Food Agency of Georgia, which was also attended by stakeholders, the nitrate content in vegetables was identified as a priority hazard. The National Food Agency set the following task for the



Scientific Research Center of Agriculture - „Assessment of the risk to the population of Georgia associated with the consumption of vegetables contaminated with nitrates, including the identification of uncertainties and the development of recommendations“.

Due to the absence of national food consumption survey data in Georgia, exposure was assessed by food consumption using two approaches: 1) Using production and consumption data for vegetables, potatoes, watermelon, and melon provided by the National Statistics Office of Georgia; 2) Using consumption data for vegetables, potatoes, watermelon, and melon from EFSA Comprehensive European Food Consumption Database.

To determine the detected concentrations of the substance in the above-mentioned foods, available data from studies on nitrate content conducted by the National Food Agency of Georgia during 2020–2025 were used. A total of 1,371 laboratory reports from studies on nitrate content in vegetables (including potatoes, watermelon, and melon) were processed.

In both risk assessment approaches, it was found that in certain cases, the Hazard Quotient (HQ) is greater than 1. This indicates that potentially high consumption of products containing high concentrations of nitrates is associated with a high risk of adverse health effects, both in adults and children.

It is important to take into account uncertainties arising in the risk assessment process, such as the absence of national food consumption survey data and the use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database for comparison. Additionally, differences among the toxicological reference values used for risk assessment influence the outcomes of the risk assessment.



## საფრთხის იდენტიფიცირება

ნიტრატები აზოტმჭავას მარილებია, რომლებიც ბუნებრივად გვხვდება გარემოში, მათ შორის ნიადაგში, წყალსა და მცენარეებში. ნიტრატი ბუნებრივად წარმოქმნილი ნაერთია, რომელიც აზოტის ციკლის ნაწილია და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარეების კვებასა და ფუნქციონირებაში, აქვს დაგროვების პოტენციალი. ნიტრატების 80-95%-ზე მეტს ბოსტნეული შთანთქავს, განსაკუთრებით მწვანე ფოთლოვანი ბოსტნეული, როგორცაა სალათის ფურცლები, ისპანახი, ჭარხლის ფოთლები და რუკოლა. ასევე გამოიყენება როგორც საკვები დანამატები, ძირითადად გადამუშავებულ ხორცში, შენახვის ვადის გასაზრდელად (EFSA, 2008). ნიტრატებისა და ნიტრიტების დიდი რაოდენობით მოხმარების გამო, იზრდება ნიტროზამინების წარმოქმნის შესაძლებლობა, რაც კუჭისა და საყლაპავის კიბოს განვითარების რისკის ზრდასთან ასოცირდება (Luetic et al., 2025).

დღეისათვის ნიტრატების პრობლემამ გლობალური ხასიათი მიიღო. ნიტრატებით დაბინძურებული პროდუქტები, საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. მოსახლეობის სწრაფმა ზრდამ, ინდუსტრიულმა განვითარებამ და შესაბამისად, საკვების წარმოებაზე გაზრდილმა მოთხოვნილებამ გამოიწვია ნიტრიტებისა და ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში, რაც განპირობებულია ქიმიური სასუქების ფართო გამოყენებით. ნიტრატებისა და ნიტრიტების დონის განსაზღვრა, ასევე მათი კონცენტრაციის შესაძლო შემცირება კულინარიული დამუშავების დროს, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მცირეწლოვანი ბავშვების კვების რაციონისთვის, რომლებიც ფოთლოვან ბოსტნეულს პირველი წლის განმავლობაში ეცნობიან. აღსანიშნავია, რომ უმი ბოსტნეული არის ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრილი ნიტრატის ძირითადი წყარო. ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ფოთლოვანი მწვანე ბოსტნეულის ზოგიერთი სახეობისთვის ნიტრატების ნარჩენი ლიმიტი არ არის დადგენილი (Qasemi et al., 2024; Luetic et al., 2025).

ნიტრატების რისკის მაღალი პოტენციალი განპირობებულია მრავალი ფაქტორით: მულტიექსპოზიცია (ბოსტნეული, ხორცპროდუქტები, სასმელი წყალი), რთული ბიოტრანსფორმაცია (ნიტრიტებად გარდაქმნა, N-ნიტროზამინების წარმოქმნა) და მოწყვლადი პოპულაციის არსებობა (ჩვილები, ორსულები).



არაორგანულ ქიმიაში ნიტრატი აზოტმჟავას მარილია. ორგანულ ქიმიაში აზოტმჟავასა და სხვადასხვა სპირტების ეთერებს ნიტრატები ეწოდება. ნიტრატის იონი პოლიატომური ანიონია; იგი შედგება ერთი ცენტრალური აზოტის ატომისგან, რომელიც გარშემორტყმულია სამი იდენტური ჟანგბადის ატომით. ნიტრატები სასუქებისა და ასაფეთქებელი ნივთიერებების გავრცელებული კომპონენტებია. თითქმის ყველა არაორგანული ნიტრატი წყალში ხსნადია. უხსნადი ნიტრატის მაგალითია ბისმუტის ოქსინიტრატი. (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).

ბოსტნეულში არსებულ ნიტრატებს არც გემო აქვთ და არც სუნი, ამიტომ მათი ანალიზი ლაბორატორიული ტესტებით ხდება. კიბოს კვლევის საერთაშორისო სააგენტოს მიერ მოხსენებულია, როგორც მეორე ჯგუფის კანცეროგენი.

ნიტრატი 10-ჯერ ნაკლები ტოქსიკურობით ხასიათდება, ვიდრე ნიტრიტები, მაგრამ ნერწყვში და საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში შეიძლება გარდაიქნას ბევრად უფრო ტოქსიკურ ნიტრიტებად, რომლებიც შეიძლება რეაგირებდნენ ზოგიერთ ამინებთან ან ამიდებთან, რის შედეგად წარმოქმნიან N-ნიტროზო ნაერთებს (NOCs), რომლებიც არიან კანცეროგენები, მუტაგენები და ტერატოგენები (Qasemi et al., 2024).

*ცხრილი 1 ნიტრატის ძირითადი მახასიათებლები. სრული ჩამონათვალი იხილეთ ამერიკული ქიმიური საზოგადოების საძიებო სისტემის ვებ-გვერდზე: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>*

სახელწოდება	ნიტრატი
IUPAC-ის	Nitrate
სახელწოდება	
Cas No	14797-55-8
InChI	<a href="#">InChI=1S/NO3/c2-1(3)4/q-1</a>
მოლეკულური	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
ფორმულა	
სტრუქტურული	
ფორმულა	

პიქტოგრამები



მჟანგველი

მოლური მასა	62.005 გ/მოლი
სინონიმები	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nitrate</li> <li>• NITRATE ION</li> <li>• 14797-55-8</li> <li>• Nitrates</li> <li>• Nitrate(1-)</li> </ul>

ნიტრატები ორგანიზმში გარდაიქმნება ნიტრიტებად, რომლებიც ორგანული ნაერთებია და შეიცავს ნიტრო ფუნქციურ ჯგუფს (რომელსაც იგივე ფორმულა და სტრუქტურა აქვს, რაც ნიტრატის იონს, გარდა იმისა, რომ O<sub>2</sub> ატომიდან ერთ-ერთი ჩანაცვლებულია R ჯგუფით), ცნობილია როგორც ნიტრო ნაერთები. არაორგანული ნიტრიტები, უფრო ხსნარები ან კრისტალური მყარი ნივთიერებებია. წყალზე მკვრივია. კანთან, თვალებთან და ლორწოვან გარსებთან კონტაქტისას შეიძლება გამოიწვიოს გაღიზიანება. შეიძლება იყოს ტოქსიკური გადაყლაპვის შემთხვევაში. გამოიყენება ქიმიკატების წარმოებაში. (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).

*ცხრილი 2 ნიტრიტის ძირითადი მახასიათებლები. სრული ჩამონათვალი იხილეთ ამერიკული ქიმიური საზოგადოების საძიებო სისტემის ვებ-გვერდზე: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>*

სახელწოდება	ნიტრიტი
IUPAC-ის სახელწოდება	Nitrite
Cas No	14797-65-0
InChI	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Nitrite">InChI=1S/HNO2/c2-1-3/h(H,2,3)/p-1</a>
მოლეკულური ფორმულა	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
სტრუქტურული ფორმულა	

პიქტოგრამები



მჟანგველი

მოლური მასა	46.006 გ/მოლი
სინონიმები	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nitrite</li> <li>• Nitrite Ion</li> <li>• 14797-65-0</li> <li>• Nitrite anion</li> <li>• Nitrites</li> </ul>

კვლევები აჩვენებს, რომ საკვებიდან ნიტრატების ყველაზე დიდი რაოდენობა (დაახლოებით 80%) ბოსტნეულის მოხმარებაზე მოდის. ნიადაგში ნიტრატების დონე შეიძლება განსხვავდებოდეს გეოგრაფიული მდებარეობისა და წელიწადის დროის მიხედვით. მაგალითად, ისპანახში ნიტრატების დონე შეიძლება ორჯერ მეტი იყოს შემოდგომაზე და ზამთარში, ვიდრე გაზაფხულზე. ბოსტნეულში ნიტრატების კონცენტრაცია განსხვავდება სხვადასხვა ფაქტორის მიხედვით, როგორცაა: ნიადაგის ნაყოფიერებისთვის გამოყენებული აზოტმემცველი სასუქების რაოდენობა, ზრდის პირობები: ამინდის პირობები, სეზონი, ტემპერატურა, სინათლის ინტენსივობა. კულტივაციის ტიპი (ტრადიციული თუ სათბურის), მოსავლის აღების დრო, ტენიანობა, მცენარის სახეობა, მცენარის ასაკი, ნიადაგის pH. შენახვის პირობები და მოსავლის აღების შემდგომი შენახვა. კონცენტრაციის ზრდის ტენდენცია შეინიშნება ზამთარში, ჩრდილოეთ განედებში, რაც განპირობებულია სინათლის ინტენსივობისა და დღის საათების შემცირებით (Sokal-Dembowska et al., 2025; Salehzadeh et al., 2020).

აზოტი (N) აუცილებელი კომპონენტია მცენარეების კვებისა და ფიზიოლოგიური ფუნქციონირებისათვის, რის გამოც მცენარეები მჭიდროდ აკონტროლებენ ნიტრატის ( $\text{NO}_3^-$ ) და სხვა აზოტოვანი ნაერთების კონცენტრაციას მეტაბოლური პროცესების დონეზე. ნიტრატი უმთავრესად აკუმულირდება უჯრედის ვაკუოლებში და გადაადგილდება ქსილემის სისტემით. ქსილემას აწვდის წყალსა და მინერალებს ფესვებიდან ფოთლებამდე, ხოლო ფლოემიდან გადაჰყავს ფოტოსინთეზის პროდუქტები ფოთლებიდან ზრდის წერტილებსა და სამარაგო ორგანოებში. ეს პროცესი განსაზღვრავს ნიტრატის განაწილებას ფოთლებსა და



სამარაგო ორგანოებში, როგორცაა თესლი ან ნაყოფები. შედეგად, ფოთლოვანი კულტურები, მაგალითად კომბოსტო, სალათი და ისპანახი შეიცავს შედარებით მაღალ ნიტრატის კონცენტრაციას, ხოლო სამარაგო ორგანოები, როგორცაა კარტოფილი, ჭარხალი, ხახვი, ხილი და ლობიო შეიცავს დაბალ კონცენტრაციას. აღსანიშნავია, რომ სალათის ფურცლისა და ისპანახის შემთხვევაში, ღეროსა და შუა ნაწილის მოცილებამ ნიტრატის შემცველობა 30-40%-ით შეამცირა. სტაფილოს ძირითად ნაწილს რბილობი შეადგენს, თუმცა მასში ნიტრატის მნიშვნელოვნად დაბალი კონცენტრაცია შეინიშნება, ვიდრე გულის ქსოვილში. კარტოფილში ნიტრატის ყველაზე დიდი რაოდენობა კანში და კანქვეშ გვხვდება, თუმცა ნიტრიტი უფრო თანაბრად ნაწილდება (EFSA, 2008).

გარდა ამისა, ქსილემა-ფლოემის გავლენით, ქორფა ფოთლები შეიცავს ნაკლებ ნიტრატს, ვიდრე ზრდასრული ფოთლები. მსგავსი დამოკიდებულება დაფიქსირდა კომბოსტოს შემთხვევაში, სადაც ყველაზე მაღალი ნიტრატის კონცენტრაცია აღინიშნა გარე ფოთლებში, ხოლო ყველაზე დაბალი — შიდა ფოთლებში (Greenwood & Hunt et al., 1986).

ნიტრატის კონცენტრაციები ბოსტნეულში მნიშვნელოვნად იცვლება როგორც გარემო-პარამეტრებით (ნიადაგის ტენიანობა, სინათლის ინტენსივობა, ტემპერატურა), ისე აგრონომიული პრაქტიკით (სასუქები, ჯიშის შერჩევა, მოსავლის დაცვის სტრატეგიები). კარგი სასაოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის (GAP) სტანდარტები ითვალისწინებს აღნიშნულ ფაქტორებს რეგიონული კონტექსტით, რათა ოპტიმალურად შემცირდეს ნიტრატის დაგროვება კულტურებში. ნიტრატი ნიადაგის მასიდან ფესვის ზედაპირზე ძირითადად კონვექციით გადადის და არა დიფუზიით. შესაბამისად, წყლის დეფიციტი შეზღუდავს ნიტრატის შეწოვას. ნიადაგის ტიპი და მისი მინერალური შემადგენლობა ასევე მნიშვნელოვანი ფაქტორებია ნიტრატის დაგროვების პროცესში. აზოტი უმეტეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში ძირითადი შემზღუდველი ფაქტორია, ხოლო მცენარეებში მისი მთავარი წყარო მინერალიზებული აზოტია — ნიტრატისა და ამონიუმის ფორმით. ამიტომ, ფერმერები ხშირად იყენებენ ნეშომპალას და აზოტოვან სასუქებს მოსავლიანობის გასაზრდელად. კარგი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის (GAP) დაუცველობის შემთხვევაში, აზოტოვანი სასუქების და/ან ნეშომპალის გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს არორგანული აზოტოვანი ნაერთების კონცენტრაციის ზრდა მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყლებში. სხვა რეკომენდაციები მოიცავს, უპირველეს ყოვლისა, ბოსტნეულის ზრდის სუბსტრატის ანალიზს, ჯიშის არჩევასა და მოსავლის აღების და რეალიზაციის დროს შორის ინტერვალის შემცირებას. უკანასკნელი მნიშვნელოვანია იმისათვის, რომ შემცირდეს წყლის დაკარგვა, რაც

თავის მხრივ გამოიწვევს ნიტრატის კონცენტრაციის ზრდას პროდუქციაში ხვედრითი წონის მიხედვით (EFSA, 2008).

აზოტის ასიმილაციისა და ფოტოსინთეზის ელექტრონული ტრანსპორტის კავშირს ფოთლებში გავლენას ახდენს სინათლის ინტენსივობა, რაც წარმოადგენს მთავარ ფაქტორს ნიტრატის კონცენტრაციის განსასაზღვრად ფოთლოვან კულტურებში. დასავლეთ ევროპაში მოყვანილ სალათის ფურცლებში თვეების მიხედვით სინათლის ინტენსივობის ცვლილებამ განაპირობა ნიტრატის კონცენტრაციის სამჯერადი ცვლილება. ზამთარში ნათეს სასოფლო კულტურებს, როგორც წესი, უფრო მაღალი ნიტრატის კონცენტრაცია ახასიათებთ, ვიდრე ზაფხულის კულტურებს იმავე გარემოში, ხოლო ჩრდილოეთ ევროპული კულტურები შეიცავს უფრო მაღალ ნიტრატის დონეს, სამხრეთ ევროპულთან შედარებით. ევროკავშირის სხვადასხვა რეგიონში კლიმატური პირობების, წარმოების ტექნოლოგიებისა და კვებითი ჩვევების არსებითი განსხვავებების გამო, ახალი ისპანახისა და ახალი სალათის ფურცლებში ნიტრატის მაქსიმალური დასაშვები დონეები სეზონურად დიფერენცირებულია. იმ პროდუქტებისთვის, რომლებიც იკრიფება 1 ოქტომბრიდან 31 მარტის პერიოდში, დაშვებული ზღვრული კონცენტრაციები, როგორც წესი, უფრო მაღალია, ვიდრე იმ ნიმუშებისთვის, რომლებიც იკრიფება 1 აპრილსა და 30 სექტემბერს შორის. გარდა ამისა, ახალი სალათის ფურცლების შემთხვევაში განსხვავებულად რეგულირდება სათბურში (დახურულ პირობებში) მოყვანილი და ღია სივრცეში მოყვანილი სალათის ფურცლები სადაც, უკანასკნელისთვის დასაშვები ნიტრატის დონეები შედარებით დაბალია (EFSA, 2008).

აზოტოვანი სასუქები შესაძლოა შეიცავდეს აზოტს ნიტრატის ( $\text{NO}_3^-$ ), ამონიუმის ( $\text{NH}_4^+$ ) ან შარდოვანას ფორმით, ზოგჯერ კი სხვა ფორმებითაც. ნიადაგში მოხვედრის შემდეგ სხვა ფორმები ძირითადად გარდაიქმნება ნიტრატად. აზოტოვანი სასუქის შეტანა ზრდის ნიტრატის კონცენტრაციას ქსილემაში, თუმცა პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას კონცენტრაციაზე ფლოემაში. შესაბამისად, ფოთლოვან კულტურებში აზოტოვანი სასუქების გამოყენება იწვევს ნიტრატის კონცენტრაციის ზრდას, გარდა ნორჩი ფოთლებისა (EFSA, 2008).

ბოსტნეულში მოხმარებული ნიტრატის შემცველობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, რადგან შესაძლოა მნიშვნელოვანი განსხვავება იყოს ნიტრატის დონეზე ერთი და იგივე ტიპის ბოსტნეულს შორის, რომელიც ორ სხვადასხვა ადგილას ან სხვადასხვა პერიოდში გაიზარდა. უმ ბოსტნეულში ნიტრატის დონე შესაძლოა შემცირდეს გარემო ტემპერატურაზე შენახვის პერიოდში. საპირისპიროდ, ახალ, დაუზიანებელ მცენარეულ ქსოვილებში ნიტრიტების დონე, როგორც წესი, ძალიან დაბალია, მაგრამ მოსავლის აღების შემდგომი შენახვა და ჭკნობის პროცესები ხელს უწყობს მის ზრდას. ნიტრიტების დონის

მატება შეიძლება დამოკიდებული იყოს სახეობრივ განსხვავებებზე, ენდოგენური ნიტრატრედუქტაზას სპეციფიკურ აქტივობზე და ბაქტერიებით კონტამინაციის დონეზე. აღსანიშნავია, რომ მომზადების პროცესები, როგორცაა გარეცხვა და ადუღება ბოსტნეულში იწვევს ნიტრატის კონცენტრაციის შემცირებას. თუმცა, შემცირების ხარისხი დამოკიდებულია ბოსტნეულის ტიპზე, ასევე მომზადების მეთოდზე (Luetic et al., 2025).

კვლევებმა აჩვენა, რომ ნიგერიული ისპანახისა და ჩინური კომბოსტოს ოთახის ტემპერატურაზე შენახვისას ნიტრატების დონე დროთა განმავლობაში შემცირდა, ხოლო ნიტრიტების დონე გაიზარდა. აღნიშნული პროცესი დაჩქარდა პროდუქტების პიურედ გარდაქმნისას. მაცივარში (7 დღე) 5°C ტემპერატურაზე შენახვისას, ნიტრატების დონე პრაქტიკულად უცვლელი დარჩა ჩინურ კომბოსტოსა და ისპანახში. ნიტრიტების კონცენტრაცია დაბალი დარჩა შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში (Chung et al., 2004). რაც გამოწვეულია ცივ პირობებში შენახვისას ენდოგენური ნიტრატრედუქტაზას ინაქტივაციითა და ასევე ბაქტერიული აქტივობის შეზღუდვით (EFSA, 2008).

მეორე მხრივ, ნიტრიტების მაღალი დონე აღმოჩენილია სახლში დამზადებულ ბოსტნეულის პიურეებში, მაცივარში მხოლოდ 12 საათის ან მეტი ხნის განმავლობაში შენახვის შემდეგაც კი. სავარაუდოდ, პიურეს მომზადების პროცესში ენდოგენური ნიტრატრედუქტაზა გამოდის ქსოვილებიდან, რაც ხელს უწყობს ნიტრიტის გადაჭარბებულ წარმოქმნას, განსაკუთრებით ნიტრატით მდიდარ კულტურებში, როგორცაა ისპანახი და წითელი ჭარხალი. ავტორების რეკომენდაციით ბავშვის საკვები უნდა მომზადდეს მოხმარების წინ ან, თუ გამოყენება გადაიდება 12 საათზე მეტი დროით, შეინახონ გაყინულ მდგომარეობაში. კვლევებმა აჩვენა, რომ 12 კვირამდე გაყინულ მდგომარეობაში შენახვის დროს ისპანახში, ჭარხალში, სტაფილოში, ოხრახუმის ფესვში, ნიახურში ან კარტოფილში ნიტრატის ან ნიტრიტის შემცველობის მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ დაფიქსირებულა. ნიტრატი წყალში ხსნადია და ფოთლოვანი ბოსტნეულის (მაგ. სალათის ფურცლები) გარეცხვამ შეიძლება ნიტრატების დონე 10-15%-ით შეამციროს. ასევე, კვლევებმა აჩვენა, რომ კარტოფილში ნიტრატისა და ნიტრიტის დონე ასევე შეიძლება შემცირდეს შესაბამისად 18-დან 40%-მდე და 25-დან 75%-მდე წინასწარი დამუშავების მეთოდების (გარეცხვა, გაფცქვნა და გავლება) შემდეგ (EFSA, 2008).

კარტოფილის ორ ჯიშში (Innowator და Santana) ნიტრატის შემცველობა გაფცქვნამდე შესაბამისად 258 და 349 მგ/კგ მშრალი ნივთიერება იყო და მნიშვნელოვნად შემცირდა კარტოფილი ფრის წარმოების დროს. გაფცქვნა ნიტრატის კონცენტრაციას დაახლოებით 30%-ით ამცირებს. წინასწარმა გაცხელებამ და დაჭრამ ნიტრატის შემცველობა კიდევ 20%-ით



შემცირა, ხოლო ბლანშირებამ 30%-ით. საბოლოო შეწვის შემდეგ ნიტრატის საწყისი შემცველობის მხოლოდ 5-6% დარჩა, ანუ 16-18 მგ/კგ მშრალი ნივთიერება (Rytel et al., 2005).

ბანანის და ნესვის გაფუჭვის შემდეგ ნიტრატის შემცველობა შემცირდა 62%-ით და 41%-ით, ხოლო ჭარხალში ნიტრატისა და ნიტრიტის შემცველობა კი მხოლოდ 20%-ით და 6.6%-ით, შესაბამისად (Czarniecka-Skubina et al., 2003).

სხვადასხვა კვლევამ აჩვენა, რომ ბოსტნეულის წყალში მოხარშვა იწვევს ნიტრატების დონის შემცირებას. ბარდა, კომბოსტო, ლობიო, სტაფილო, კარტოფილი, ისპანახი და ნიახურის ფოთლები მომზადების დროს კარგავენ ნიტრატის 16-დან 79%-მდე. ნიტრატისა და ნიტრიტის შემცველობა ადულების შემდეგ დაახლოებით 50%-ით შემცირდა სტაფილოში, ოხრახუმის ფესვებში, ნიახურსა და კარტოფილში (EFSA, 2008). კარტოფილის ბოლქვების გათბობის სხვადასხვა მეთოდით (მოხარშვა, მიკროტალღური ღუმელი, ორთქლზე მომზადება და ფრიტიურში შეწვა) თერმული დამუშავების დროს დაფიქსირდა ნიტრატის 16-62% და ნიტრიტის 61-98% დანაკარგები (Mozolewski & Smoczynski et al., 2004).

თუმცა, სხვა კვლევებმა აჩვენა, რომ კარტოფილის შეწვა და გამოცხოვა არ ახდენდა გავლენას ნიტრატის კონცენტრაციაზე. საერთო ჯამში, სხვადასხვა წინასწარი დამუშავებისა და გათბობის მეთოდების გამოყენებისას ნიტრიტის დანაკარგები უფრო დიდი იყო, ვიდრე ნიტრატის. განსხვავებული დანაკარგები დაფიქსირდა ასევე კარტოფილის სხვადასხვა ჯიშებში, რომლებიც ექვემდებარებოდნენ ერთსა და იმავე დამუშავების პირობებს (Mozolewski & Smoczynski et al., 2004; EFSA, 2008).

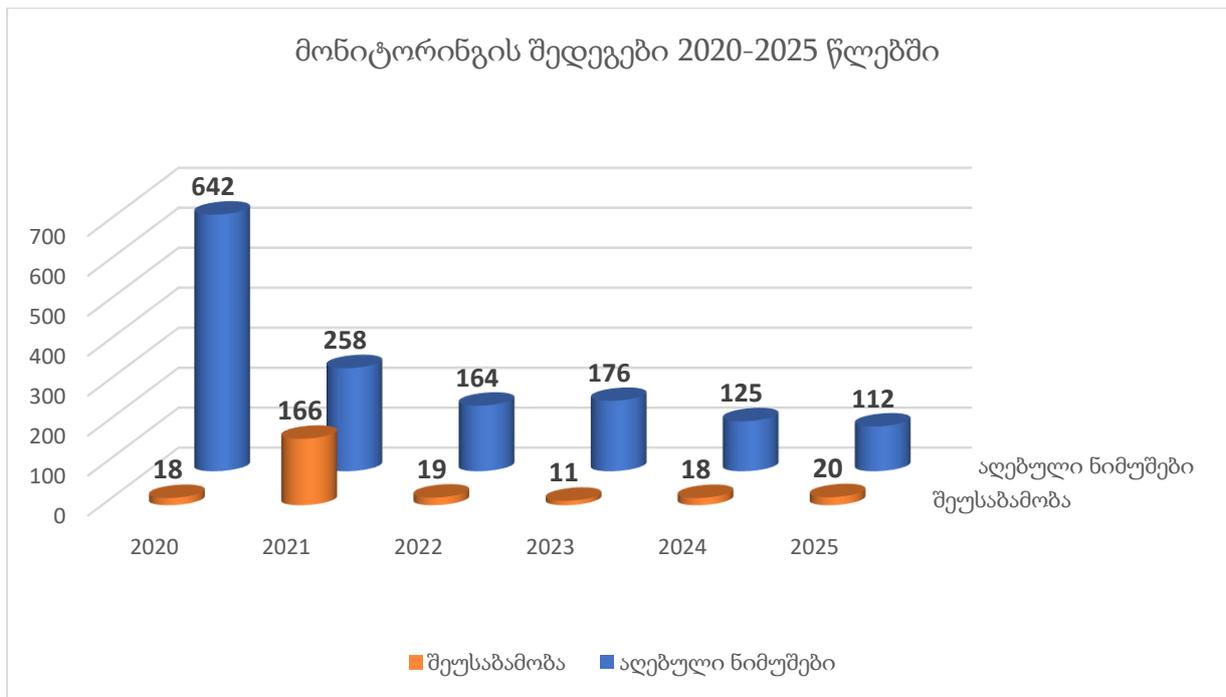
მოცემული მონაცემები ნიტრატისა და ნიტრიტის დონეებზე კონსერვირებულ ბოსტნეულში შეზღუდულია. ერთ-ერთმა კვლევამ აჩვენა, რომ კონსერვირებული ბოსტნეული შეიცავს მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი რაოდენობის ნიტრიტს (450 მგ/კგ), ვიდრე ეს აღინიშნა ნედლეულ პროდუქტში (Jakszyn et al., 2004). კვლევამ აჩვენა, რომ ადულების პროცესმა ახალ ფოთლოვან ბოსტნეულში ნიტრატების დონე 47-59%-ით შეამცირა. ხოლო სოიოს ზეთში შეწვის პროცესმა ნიტრატების შემცველობა 159-309%-ით გაზარდა. სწრაფი გაყინვის მეთოდისას შვიდი დღის განმავლობაში, ფოთლოვან ბოსტნეულში ნიტრატის რაოდენობა უმნიშვნელოდ შეიცვალა (Salehzadeh et al., 2020).

ნიტრატისა და ნიტრიტის მიღებასთან დაკავშირებული რისკების პირველი საერთაშორისო შეფასება ჩატარდა გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციისა (FAO) და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) სპეციალური კომიტეტის მიერ საკვები დანამატების საკითხზე (JECFA) 1961 წელს.

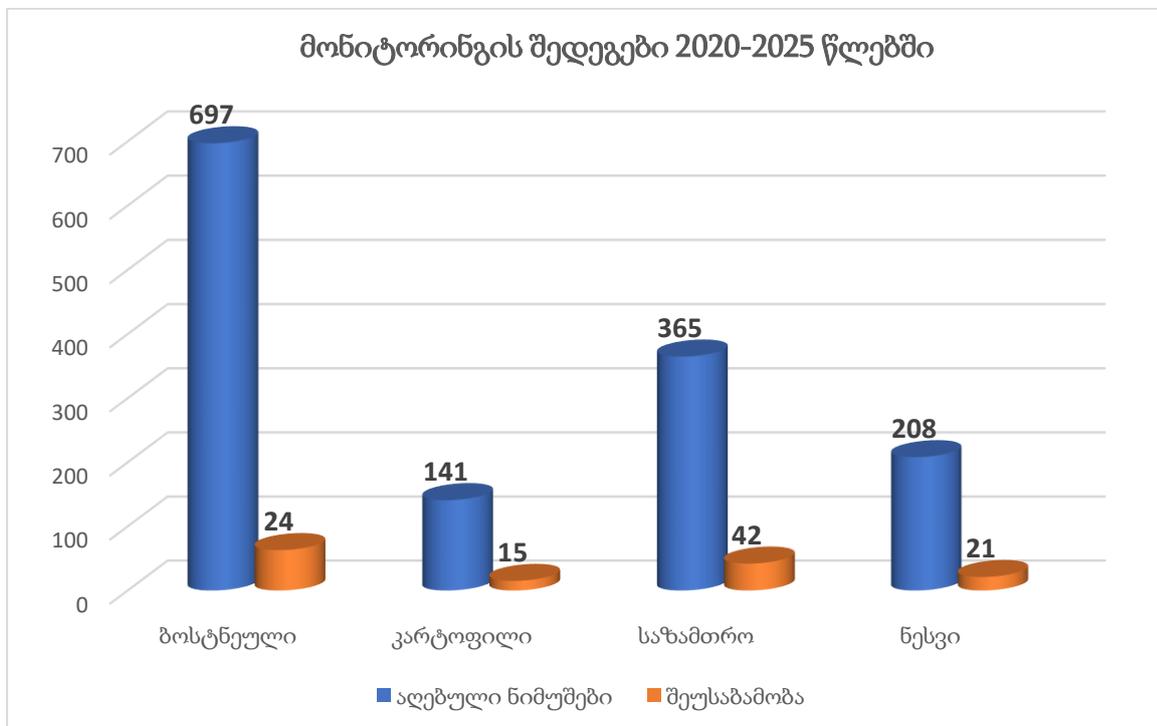
სურსათის სამეცნიერო კომიტეტმა 1990 წელს განიხილა ნიტრატისა და ნიტრიტის ტოქსიკოლოგიური ეფექტები და დაადგინა ნიტრატის მისაღები დღიური დოზა (ADI) 0–3.7 მგ/კგ სხეულის მასაზე. 1995 წელს აღნიშნული ADI უცვლელად იქნა შენარჩუნებული, ხოლო ნიტრიტისთვის დადგენილ იქნა ADI 0–0.06 მგ/კგ. JECFA-მ 2002 წლის შეფასებით, რომლის შედეგადაც კვლავ დაადასტურა ნიტრატისთვის ADI 0–3.7 მგ/კგ სხეულის მასაზე, ხოლო ნიტრიტისთვის ADI 0–0.07 მგ/კგ (EFSA, 2008).

ნიტრატების დასაშვები მაქსიმალური ზღვარი დადგენილია საქართველოს მთავრობის 2015 წლის 9 ნოემბრის N567 დადგენილებით დამტკიცებული ტექნიკური რეგლამენტით „სურსათში ზოგიერთი დამაბინძურებლის (კონტამინანტის) მაქსიმალურად დასაშვები ზღვრის შესახებ“. ნიტრატების დასაშვები დღიური დოზა - Acceptable Daily Intake (ADI) - 3.7 მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (WHO, EFSA).

„სურსათის უვნებლობის სახელმწიფო კონტროლის“ 2020 – 2024 წლებისა და 2025 წლის 8 თვის პროგრამების ფარგლებში, კერძოდ, „არაცხოველური წარმოშობის სურსათში ბიოლოგიური და ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა“ და „სასმელი წყლის (მათ შორის დაფასოებული) კვლევა“ ქვეპროგრამების მონიტორინგის შედეგების შესწავლითა და გაანალიზებით, გამოკვეთილი იქნა მაღალი საფრთხის შემცველი სურსათი. კვლევა ჩატარდა აკრედიტებულ ლაბორატორიაში ნიტრატების შემცველობაზე იონომეტრული მეთოდით. ამდენად, ბოლო 6 წლის განმავლობაში ნიტრატების შემცველობაზე გამოკვლეული იქნა სურსათის 1371 ნიმუში, მათ შორის: ბოსტნეული - 697, კარტოფილი - 141, საზამთრო - 325, ნესვი - 208. „სურსათში ზოგიერთი დამაბინძურებლის (კონტამინანტის) მაქსიმალურად დასაშვები ზღვრის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“ საქართველოს მთავრობის 2015 წლის 09 ნოემბრის #567 დადგენილებისა და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს #301/ნ ბრძანებით დამტკიცებული „ჰიგიენური მოთხოვნები სასურსათო ნედლეულისა და საკვები პროდუქტების ხარისხისა და უსაფრთხოებისადმი“ სანიტარიული წესებითა და ნორმებით 2.3.2.000-00 განსაზღვრულ ნორმებთან შეუსაბამობა გამოვლინდა სურსათის 232 ნიმუშში (შეუსაბამობა - 18.38 %). ნიტრატების შემცველობაზე გამოკვლეული ნიმუშებში დაფიქსირებული შეუსაბამობათა რაოდენობა: ბოსტნეულის - 24 (დარღვევის პროცენტული მაჩვენებელი 3.4%); კარტოფილი - 15 (10.6%); საზამთრო - 42 (11.5%); ნესვი - 21 (10%) (იხ. გრაფიკი 1-2; ცხრილი 3).



**გრაფიკი 1** 2020-2025 წლებში ნიტრატებზე მონიტორინგის ფარგლებში ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგებით არაცხოველური წარმოშობის სურსათში, ყველაზე მაღალი შეუსაბამობები (64,34% შემთხვევაში) გამოვლენილი იქნა 2021 წელს.



**გრაფიკი 2** 2020-2025 წლებში ნიტრატებზე მონიტორინგის ფარგლებში ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები არაცხოველური წარმოშობის სურსათში.



*ცხრილი 3 2020-2025 წლებში სურსათში აღმოჩენილი ნიტრატების მაქსიმალური  
კონცენტრაციები (მგ/კგ).*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ბოსტნეული	2500	2793	2784	<b>5300</b>	3500	4632
კარტოფილი	307	202	228	372	<b>848</b>	713
საზამთრო	78.7	<b>240</b>	117	59	59	58
ნესვი	262	<b>290</b>	89	90	131	140



## საფრთხის დახასიათება

ბოსტნეული და ხილი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის აუცილებელი საკვები ჯგუფებია. ისინი მდიდარია ვიტამინებით, მინერალებით, ბოჭკოებით, ცილებითა და ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით, რომლებიც მრავალი ფიზიოლოგიური პროცესის რეგულაციაში მონაწილეობენ. მსოფლიოს ჯანდაცვის ორგანიზაცია (WHO) და გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია (FAO) გვიჩვენებენ, რომ ყოველდღიურად მივიღოთ მინიმუმ 400 გრამი ბოსტნეული და ხილი ქრონიკული დაავადებების პრევენციის მიზნით. თუმცა, ამ პროდუქტების რეგულარულად მოხმარებასთან ერთად იზრდება გარკვეული ჯანმრთელობის რისკებიც, რადგან ბოსტნეული შეიძლება გახდეს ნიტრატების, მძიმე მეტალების, პესტიციდებისა და სხვა დამაბინძურებლების წყარო. ნიტრატი თავისთავად არც ისე ტოქსიკურია — ის ნიტრიტზე 10-ჯერ ნაკლებად მავნეა — მაგრამ ორგანიზმში, განსაკუთრებით ნერწყვსა და კუჭში, იგი შესაძლოა გარდაიქმნას ნიტრიტად, რომელიც რეაქციაში შედის ამინებთან ან ამიდებთან და წარმოქმნის ნიტროზამინებს — კანცეროგენულ, მუტაგენურ და ტერატოგენულ ნაერთებს (Qasemi et al., 2024).

ნიტრატისა და ნიტრიტის იონები ფართოდ არის გავრცელებული გარემოში და ბუნებრივად გვხვდება მცენარეულ საკვებსა და წყალში. სასმელი წყლის წილი ნიტრატების საერთო მოხმარებაში, როგორც წესი, დაბალია (14%-ზე ნაკლები). თუმცა, არაორგანული სასუქების გამოყენების შედეგად, მსოფლიოს მრავალ რეგიონში ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვნად გაიზარდა წყლის რესურსებში ნიტრატების დონე. ამ კონტექსტში, იმ შემთხვევაში, როდესაც სასმელ წყალში ნიტრატების კონცენტრაცია 10 მგ/ლ-ზე ნაკლებია, ნიტრატების ადამიანისათვის ძირითადი წყარო საკვები (უმთავრესად ბოსტნეული) იქნება. საპირისპირო ვითარებაში კი, როდესაც სასმელ წყალში ნიტრატების დონე მაღალია (აღემატება 50 მგ/ლ-ს), წყალი უდავოდ წარმოადგენს ნიტრატებთან ექსპოზიციის მთავარ წყაროს (Karwowska & Kononiuk, 2020). სასმელი წყალი მეორე რიგის ექსპოზიციის წყაროა. კვლევებში ნაჩვენებია დადებითი კორელაცია სასმელ წყალში ნიტრატების მომატებულ დონესა და ორსულობასთან დაკავშირებულ გართულებებს შორის, როგორცაა დაბალი დაბადების მასა, საშვილოსნოში ნაყოფის ზრდის შეფერხება, ნაადრევი მშობიარობა, სპონტანური აბორტი, ნაყოფის სიკვდილი და ნეონატალური სიკვდილიანობა. კვლევებმა აჩვენეს კავშირი სასმელ წყალში ნიტრატების მაღალ კონცენტრაციებსა და კუჭის კიბოს შორის, თუმცა არასაკმარისი მტკიცებულება გამოვლინდა სხვა ტიპის ონკოლოგიურ დაავადებებთან დასაკავშირებლად. ჯანმრთელობის

მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) მიერ დადგენილია სასმელ წყალში ნიტრატის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია 50 მგ/ლ (WHO, 2016).

ნიტრატი წარმოადგენს მცენარეებში ბუნებრივად არსებულ ნაერთს და აზოტის ციკლში შესაძლებელია მისი გარდაქმნა ნიტრიტად და პირიქით. ნიტრატის არსებობა მცენარეებში ადვილად დასადგენია, ვინაიდან იგი გამოიყენება აზოტის წყაროდ ცილების სინთეზისთვის ჰაერიდან, წყლიდან, ნიადაგიდან და სხვა წყაროებიდან მიღებული ელემენტების მონაწილეობით. შესაბამისად, ნიტრატი და ნიტრიტი გვხვდება მცენარეებში, მათ შორის ბოსტნეულში, განსაკუთრებით კი მწვანე ფოთლოვან ბოსტნეულში, როგორცაა სალათი და ისპანახი. თავად ნიტრატი შედარებით არატოქსიკურია, თუმცა მისი მეტაბოლიტები და რეაქციის პროდუქტები, როგორცაა ნიტრიტი, აზოტის ოქსიდი და N-ნიტროზო ნაერთები, შესაძლოა იწვევდეს ჯანმრთელობისთვის არასასურველ ეფექტებს, მათ შორის მეტემოგლობინემიასა და კარცინოგენეზს (Suh et al., 2013). ნიტრატები და ნიტრიტები ასევე გამოიყენება როგორც დანამატები ცხოველური წარმოშობის საკვებში. ნიტრიტები (ნატრიუმის ნიტრიტი — E249, კალიუმის ნიტრიტი — E250) და ნიტრატები (ნატრიუმის ნიტრატი — E251, კალიუმის ნიტრატი — E252) ნებადართულია საკვები დანამატების სახით ევროკავშირში ევროკომისიის რეგულაციის (EU) შესაბამისად. აღნიშნული რეგულაცია განსაზღვრავს ნიტრიტებისა და ნიტრატების მაქსიმალურ რაოდენობას, რომლის დამატებაც შესაძლებელია საკვების დამუშავების პროცესში საკვები დანამატის სახით (Karwowska & Kononiuk, 2020). ევროკომისიის საკვების სამეცნიერო კომიტეტის (Scientific Committee for Food, SCF) და FAO/WHO-ის საკვები დანამატების საკითხებზე ერთობლივი ექსპერტთა კომიტეტის (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) მიხედვით, ნიტრიტებისთვის დადგენილი ამჟამინდელი დასაშვები დღიური მოხმარება (ADI) შეადგენს შესაბამისად 0.06 და 0.07 - მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში. ნიტრატების შემთხვევაში, ორივე ორგანიზაციის მიერ განსაზღვრული ADI არის 3.7 მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (Qasemi et al., 2024; Suh et al., 2013).

კიბოს კვლევის საერთაშორისო სააგენტოს (IARC) კლასიფიკაციის თანახმად, ნიტრატები სავარაუდო კარცინოგენებია ადამიანებში (2A ჯგუფი), რაც განპირობებულია N-ნიტროზო ნაერთების წარმოქმნის უნარით — ნაერთები, რომლებიც მძლავრად ასოცირდება კუჭის კიბოს განვითარებასთან (Vlachou et al., 2020). მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის (WHO) მონაცემებით, ადამიანები ყოველდღიურად, საშუალოდ, 1.2–3.0 მგ ნიტრიტს მოიხმარენ. ნიტრატებთან დაკავშირებული ექსპოზიციის დაახლოებით 80%–85% მოდის ბოსტნეულიდან. ნიტრატების სხვა წყაროები სურსათიდან მოიცავს ხილს, მარცვლეულს, წყალს,

ხორცპროდუქტებს. ასევე წყაროს შეიძლება წარმოადგენდეს ანგინისა და იშემიის სამკურნალო თერაპიული საშუალებები (Karwowska & Kononiuk, 2020).

ადამიანისათვის, ნიტრატებისა და ნიტრიტების, მთავარი წყაროები არის საკვები და ენდოგენური წარმოქმნა. ნიტრატებისა და ნიტრიტების ნაწილი ადამიანის ორგანიზმიდან გამოიდევენება, ნაწილი კი ცირკულირებს და გარდაიქმნება ნიტრიტად და აზოტის ოქსიდებად, რაც უზრუნველყოფს ნიტრატი-ნიტრიტი-NO ბალანსს. ნიტრატი განიცდის მრავალ მეტაბოლურ გარდაქმნას და ხელახლა რეციკლირებს ნერწყვსა და ნაწლავებში, ასევე ნაღველსა და ნაწლავებს შორის (EFSA, 2010). ნიტრატი ადამიანში საკვებით ან წყლით მიღების შემდეგ სწრაფად და ეფექტურად შეიწოვება წვრილი ნაწლავის ზედა ნაწილიდან. მაგალითად, ილეოსტომიური სითხის ანალიზში იმ პირებში, რომლებმაც მიიღეს 250 მგ ნიტრატი, ნიტრატი ან ნიტრიტი საერთოდ არ აღმოჩნდა ან აღმოჩნდა უმნიშვნელო რაოდენობით, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ნიტრატი არ აღწევს მსხვილ ნაწლავამდე. ადამიანებში ნიტრატის მიღებიდან 10 წუთის შემდეგ პლაზმაში დაფიქსირდა ნიტრატის საშუალოდ 25-ჯერ ზრდა, ხოლო სისხლში მისი მაქსიმალური კონცენტრაცია აღინიშნა მიღებიდან დაახლოებით 40 წუთში. ადამიანებსა და ლაბორატორიული ცხოველების უმეტესობაში, პლაზმაში არსებული ნიტრატი სელექტიურად შთაინთქმება სანერწყვე ჯირკვლების მიერ და კონცენტრირდება დაახლოებით 10-ჯერ, რის შედეგადაც ნერწყვის სეკრეცია შეადგენს მიღებული დოზის დაახლოებით 25%-ს. ადამიანებში ნერწყვში ნიტრატის კონცენტრაცია პიკს აღწევს პერორალური მიღებიდან 1-3 საათში (EFSA, 2008). ნიტრატების დაახლოებით 75% ორგანიზმიდან გამოიყოფა შარდით, ხოლო დარჩენილი ნაწილი გროვდება ნერწყვში — სადაც მათი კონცენტრაცია 10-20-ჯერ მეტია, ვიდრე პლაზმაში. ნიტრატის ნახევარდაშლის პერიოდი მერყეობს 5-8 სთ, პლაზმური ნიტრატის კი - 5-6 სთ. პირველ 24 საათში, შარდით გამოიყოფა ნიტრატის დიდი ნაწილი. მიუხედავად ამისა, რაღაც რაოდენობა შეიძლება გარკვეული დრო დარჩეს სისხლში, თირკმელებსა თუ სხვა ქსოვილებში, რაც განპირობებს ორგანიზმში მეტ ხანს ყოფნას, ვიდრე ერთჯერადი დატვირთვისას. ნიტრატის ყოველდღიური მაღალი მოხმარების შემთხვევაში ნიტრატ-ნიტრიტის დონეები შეიძლება მაღალი დარჩეს 24 საათის გასვლის შემდგომაც, რაც განმეორებითი ექსპოზიციისას ზრდის მის კონცენტრაციას ორგანიზმში (Kadach et al., 2022). ნიტრატი ორგანიზმში შეიძლება მოხვდეს ინჰალაციის გზით, მაგალითად, სიგარეტის კვამლიდან და ავტომობილების გამონაბოლქვიდან, მაგრამ რაოდენობრივი თვალსაზრისით მისი წვლილი უმნიშვნელოა და მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება პერორალურ გზას. ადამიანებში ნატრიუმის ნიტრიტის აბსორბცია გასტროინტესტინურ ტრაქტში სწრაფად მიმდინარეობს. პლაზმაში ნიტრიტის მაქსიმალური კონცენტრაცია



აღინიშნება დოზის მიღებიდან 15–30 წუთში. ამასთან, ნიტრიტი პლაზმიდან სწრაფად ქრება და მისი საშუალო ელიმინაციის ნახევარდაშლის პერიოდი დაახლოებით 30 წუთს შეადგენს. დადგენილია, რომ შიმშილის პირობებში პერორალურად შეყვანილი ნატრიუმის ნიტრიტის 90%–95% შეიწოვება კუჭ–ნაწლავის ტრაქტიდან. თუმცა, კუჭ–ნაწლავის ტრაქტში მიმდინარე ინტენსიური პრესისტემური მეტაბოლიზმის შედეგად, ნიტრიტის მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელიც გასტროინტენსტინურ ტრაქტში ხვდება, შესაძლოა აბსორბციამდე გარდაიქმნას სხვა აზოტემცველ ნაერთებად (EFSA, 2010). შეწოვილი ნიტრატი სისხლით სწრაფად ტრანსპორტირდება და სელექტიურად სეკრეტირდება სანერწყვე ჯირკვლებისა და სხვა ეგზოკრინული ჯირკვლების მიერ, რის შედეგადაც ნერწყვში ნიტრატის მაღალი დონე ყალიბდება. პლაზმაში ნიტრიტის დონე ჩვეულებრივ მნიშვნელოვნად დაბალია ნერწყვში ნიტრატის დონესთან შედარებით, რაც გამოწვეულია, ერთი მხრივ უფრო დაბალი ექსპოზიციის გამო და, მეორე მხრივ, სისხლში ჟანგბადით გაჯერებული ჰემოგლობინის მიერ ნიტრიტის ნიტრატად სწრაფი ოქსიდაციის შედეგად. შესაბამისად, სისხლში ნიტრატისა და ნიტრიტის ჯამი პრაქტიკულად იდენტურია ნიტრატის დონესთან (EFSA, 2008). ადამიანებში მიღებული ნიტრატის დაახლოებით 25% გამოიყოფა ნერწყვში, ხოლო ნერწყვში გამოყოფილი ნიტრატის დაახლოებით 20% ენის ზედაპირზე არსებული მიკროორგანიზმების მიერ ნიტრიტად გარდაიქმნება. ჩვეულებრივ, მიღებული ნიტრატის დაახლოებით 5%–7% შეიძლება ნერწყვში ნიტრიტის სახით იქნეს აღმოჩენილი. იმ პირებში, რომელთაც ნიტრატის ნიტრიტად გარდაქმნის მაღალი სიჩქარე ახასიათებთ, ეს მაჩვენებელი შესაძლოა 20%-მდე გაიზარდოს. ნიტრატის რედუქციის ძირითადი ადგილი ენის ფუძეა, სადაც არსებობს სტაბილური, ნიტრატშემამცირებელი მიკროფლორა. ნერწყვში ნიტრიტის კონცენტრაცია პირდაპირ არის დაკავშირებული პერორალურად მიღებული ნიტრატის რაოდენობასთან (Ziarati et al., 2018)

პირის ღრუში მიმდინარე ნიტრატის რედუქცია წარმოადგენს ნიტრიტის ყველაზე მნიშვნელოვან წყაროს ადამიანისთვის და შეადგენს ჯამური ექსპოზიციის დაახლოებით 70%–80%-ს. კუჭში ტრანსპორტირების შემდეგ, მჟავე პირობები ნიტრიტს სწრაფად გარდაქმნის აზოტმჟავად, რომელიც შემდგომ სპონტანურად იშლება აზოტის ოქსიდებად, მათ შორის აზოტის მონოქსიდად (NO) (Karwowska & Kononiuk, 2020). მშვიერი ადამიანის კუჭის დაბალი pH (pH 1–2) მიკროორგანიზმების ზრდისთვის არახელსაყრელი პირობაა, ამიტომ აქ ბაქტერიების მიერ ნიტრატის რედუქცია არ მიმდინარეობს. ჯანმრთელი ზრდასრული მოსახლეობის მნიშვნელოვან ნაწილში (დაახლოებით 30%–40%) აღმოჩნდა, რომ მშვიერი კუჭის pH აღემატება 5-ს, რაც იწვევს ბაქტერიული აქტივობისა და ნიტრიტების დონის მატებას. სამ



თვემდე ასაკის ჩვილები განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან კუჭში ბაქტერიების მიერ ნიტრატის ნიტრიტად გარდაქმნის მიმართ, ვინაიდან მათში მჟავის გამომუშავება ძალიან დაბალია. ჩვილებში კუჭ-ნაწლავის ინფექციებმა შესაძლოა დამატებით გაზარდოს ნიტრატის ნიტრიტად რედუქციის დონე (EFSA, 2010). ნიტრატი ადამიანში აქტიურად გამოიყოფა არა მხოლოდ სანერწყვე სადინარის უჯრედებში, არამედ კუჭის პარიეტალურ უჯრედებშიც, გვხვდება სხვა რიგ ლოკალიზაციებში და განაპირობებს ნიტრატისა და ნიტრიტის ენტეროსისტემურ ციკლირებას. ნიტრატის ბიოტრანსფორმაცია კომპლექსურ პროცესს წარმოადგენს და მოიცავს ნიტრატის რედუქციას, ნიტრიტის წარმოქმნას, ნიტრიტის ხელახალ ოქსიდაციას ნიტრატად და შედეგად მეტჰემოგლობინის წარმოქმნას დინამიკურ წონასწორობაში. ნიტრიტი გარდამავალ როლს ასრულებს, მაშინ როდესაც ნიტრატი წარმოადგენს ნორმალურ, დომინანტურ მდგომარეობას (EFSA, 2008).

ენდოგენური ნიტრატები და ნიტრიტები წარმოიქმნება L-არგინინ/NO-სინთაზას გზით. ისინი NO-ს ოქსიდაციის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენენ. NO წარმოიქმნება ენდოთელურ უჯრედებში, სადაც L-არგინინი მეტაბოლიზდება ციტრულინად NO-ის წარმოქმნით, პროცესი კი კატალიზდება აზოტის ოქსიდის სინთაზებით. გამოყოფილი NO მაღალრეაქტიული ნაერთია, ამიტომ ზედმეტი NO სწრაფად იჟანგება (სისხლში) ნიტრიტად და ნიტრატად ოქსიჰემური პროტეინების (ოქსიმოგლობინი ან ოქსიმოგლობინი) მეშვეობით (Karwowska & Kononiuk, 2020). L-არგინინ/NO-სინთაზას გზით NO-ს წარმოქმნა ინჰიბირდება ჰიპოქსიისა და იშემიის პირობებში, შედეგად სურსათიდან მიღებული ნიტრატები და ნიტრიტები რჩება ერთადერთ ეფექტურ NO-დონორად. (EFSA, 2010) სურსათიდან მიღებული ნიტრატები და ნერწყვში არსებული ნიტრატები ნაწილობრივ გარდაიქმნიან ნიტრიტებად, ხოლო შემდგომ ბიოლოგიურად აქტიურ აზოტის ოქსიდებად ნიტრატი-ნიტრიტი-NO გზის ფარგლებში. საკვები ნიტრატების დაახლოებით 5%-7% და ნერწყვში არსებული ნიტრატების 20% ნიტრიტად გამოიყოფა პირის ღრუში კომენსალური ბაქტერიების მიერ. პირის ღრუში არსებული ბაქტერიები, რომლებიც განლაგებულია ენის უკანა ნაწილში, ფერმენტ ნიტრატ რედუქტაზას მეშვეობით ნიტრატებს გარდაქმნიან ნიტრიტებად. კუჭში გადაყლაპვის შემდეგ, ნიტრატები და ნიტრიტები მჟავე გარემოში გადამუშავდება სხვადასხვა ფერმენტული (დეოქსიმოგლობინი, მიოგლობინი, ნეუროგლობი, ქსანტინი ოქსიდრედუქტაზა, ალდეჰიდ ოქსიდაზა, ნახშირბად ოქსიდაზა და მიტოქონდრიული ფერმენტები) და არა ფერმენტული (pH დამოკიდებული რედუქცია) სისტემების გავლით, რაც იწვევს NO-ისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური აზოტის ოქსიდების (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>) წარმოქმნას (Karwowska & Kononiuk, 2020). დამატებით, სურსათიდან მიღებულმა ნაერთებმა, როგორცაა ვიტამინი C და



პოლიფენოლები, შესაძლოა გააძლიერონ NO-ის წარმოქმნა ნიტრიტებიდან, ასევე იცავენ NO-ს ოქსიდაციური სტრესისგან, რაც გამოხატულია NO-ის ნახევარდაშლის პერიოდის გახანგრძლივებით. წვრილ ნაწლავში მოხვედრის შემდეგ ეს ნაერთები ხვდებიან სისხლსა და პლაზმაში. სისხლსა და ქსოვილებში არსებული NO შესაძლოა შემდგომ სპონტანურად დაიჟანგოს, რის შედეგადაც წარმოქმნება ნიტრიტები და ნიტრატები. ზედმეტი ნიტრატების დაახლოებით 75 % გამოიდევენება შარდის საშუალებით, ხოლო დანარჩენი ხელახლა შთანთქმება და კონცენტრირდება სანერწყვე ჯირკვლებში, რის შემდეგაც გამოიყოფა ნერწყვში. ნერწყვის ჯირკვლებში ნიტრატების კონცენტრაცია 10–20-ჯერ აღემატება პლაზმის კონცენტრაციას (EFSA, 2008). ნიტრატები მყავე პირობებში არასტაბილურია და სპონტანურად იშლება ნიტრიტებად და აზოტის დიოქსიდად. ამგვარად, როგორც ნიტრატების მეტაბოლიზმის შედეგად წარმოქმნილი ნიტრიტები, ისე სურსათის მოხმარებით მიღებული ნიტრიტები, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში შეიძლება დამატებით რეაგირებდნენ N-ნიტროზო ნაერთების წინამორბედებთან და შედეგად წარმოქმნან N-ნიტროზო ნაერთები. ნიტრიტების რეაქცია მეორეულ ამინებთან განსაკუთრებით სახიფათოდ ითვლება, ვინაიდან იგი იწვევს კანცეროგენული ნიტროზამინების ფორმირებას. პირველადი ამინები ნიტრიტებთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნიან მხოლოდ არასტაბილურ ნიტროზამინებს, რომლებიც დაუყოვნებლივ იშლება ალკოჰოლად და აზოტად, მაშინ როდესაც მესამეული ამინები ნიტრიტებთან საერთოდ არ რეაგირებენ. ენდოგენური ნიტროზაცია განაპირობებს ადამიანის ჯამური ექსპოზიციის დაახლოებით 45%–75%-ს N-ნიტროზო ნაერთების მიმართ. გარდა ამისა, კუჭში არსებული დაბალი pH და რკინის არსებობა (კუჭის წვენი შეიცავს რკინის მნიშვნელოვან რაოდენობას) წარმოადგენს ფაქტორებს, რომლებიც მნიშვნელოვნად აძლიერებენ ნიტროზაციის პროცესს. ენდოგენური N-ნიტროზო ნაერთების წარმოქმნაზე მოქმედ სხვა დადასტურებულ ფაქტორებს მიეკუთვნება ვიტამინები C და E, რომლებიც ამ პროცესის ინჰიბიტორებად ითვლება, და ჰემური რკინა, რომელიც ნიტროზაციის სტიმულატორად არის მიჩნეული (Karwowska & Kononiuk, 2020). აზოტის ოქსიდი წყლიან გარემოში მეტად არასტაბილურია. ექსტრაცელულურ გარემოში NO რეაგირებს წყალთან და ჟანგბადთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ნიტრიტისა და ნიტრატის ანიონები. აზოტის ოქსიდის დეგრადაციის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გზას წარმოადგენს მისი რეაქცია სუპეროქსიდის ანიონთან, რის შედეგადაც ყალიბდება მეტად რეაქტიული პეროქსინიტრიტი. პეროქსინიტრიტს შეუძლია ცილებთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნას ნიტროტიროზინი, რომელიც ნიტროზაციული სტრესის დამახასიათებელ მარკერად მიიჩნევა. აზოტის ოქსიდისა და ნიტროტიროზინის მომატებული დონეები ასოცირებულია ადამიანის კანის სხვადასხვა დაავადებასთან, მათ შორის კანის სიმსივნეებთან, სისტემურ წითელ მგლურასთან,



ფსორიაზთან, ურტიკარიასთან და ატოპიურ დერმატიტთან. ნიტროზაციული სტრესით ინდუცირებული მემბრანული ლიპიდების პეროქსიდაცია განსაკუთრებით საზიანოა, ვინაიდან იგი ცვლის მემბრანის დენადობის ხარისხს და ზრდის ქსოვილების განვლადობას მემბრანაზე დაკავშირებული რეცეპტორებისა ან ფერმენტების ინაქტივაციის შედეგად. გარდა ამისა, ლიპიდების პეროქსიდაციის პროცესში წარმოიქმნება რიგი შედარებით სტაბილური პროდუქტები, რომელთა განსაზღვრა შესაძლებელია პლაზმასა და შარდში ნიტროზაციული სტრესის არაპირდაპირ ინდიკატორებად, განსაკუთრებით  $\alpha,\beta$ -უჯერი ალდეჰიდების (მალონდიალდეჰიდი, 4-ჰიდროქსი-2-ნონენალი, 2-პროპენალი) მეშვეობით. ამ პროდუქტების ნაწილი ხასიათდება მაღალი რეაქტიულობით ცილებთან, დნმ-სა და ფოსფოლიპიდებთან, რაც იწვევს ისეთი პროდუქტების წარმოქმნას, რომლებიც მრავალი დაავადების პათოგენეზში მონაწილეობს. მალონდიალდეჰიდსა და ცილებს შორის რეაქციის კლინიკური მნიშვნელობა განსაკუთრებით ხაზგასმულია ათეროსკლეროზში, ხოლო 4-ჰიდროქსი-2-ნონენალს ახასიათებს მრავალი ციტოტოქსიკური, მუტაგენური და გენოტოქსიკური ეფექტი, მათ შორის ფერმენტების ინაქტივაცია და ცილებისა და დნმ-ის სინთეზის ინჰიბირება. ლიპიდების რეაქციაში შესვლამ რეაქტიულ აზოტოვან სახეობებთან შეიძლება გამოიწვიოს ცის- ან ტრანს-ნიტროალკანების ფორმირება, სადაც  $\text{NO}_2$  ჯგუფი მდებარეობს ორმაგი ბმის ადგილზე, აგრეთვე ნიტრო-ჰიდროქსი და ნიტრო-ჰიდროპეროქსი ლიპიდების წარმოქმნა. ცილები ასევე წარმოადგენს რეაქტიული აზოტოვანი სახეობების (RNS) მთავარ სამიზნეებს. ცილების RNS-თან ექსპოზიცია იწვევს ცილის სტრუქტურაში მნიშვნელოვან ფიზიკურ ცვლილებებს და, შესაბამისად, ფართო სპექტრის ფუნქციურ შედეგებს, მათ შორის ფერმენტული და ბმადი აქტივობების ინჰიბირებას, აგრეგაციისა და პროტეოლიზისადმი მგრძობელობის ზრდას, აგრეთვე იმუნოგენურობის ცვლილებას. პლაზმაში ნიტრირებული ცილების მომატებული კონცენტრაცია დაკავშირებულია ფილტვის დაზიანების განვითარების არასასურველ შედეგებთან. ფილტვის კიბოს მქონე პაციენტებში ნიტრირებული ცილების შრატის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად მომატებულია, რაც ადასტურებს ნიტროზაციული სტრესის არსებობას. თიროზინის ნიტრაცია და ინსულინის სიგნალინგის შუალედური კომპონენტების S-ნიტროზილაცია ქმნის ახალ მექანიზმებს ინსულინის სამიზნე უჯრედებში მეტაბოლური ფუნქციების მოდულაციისათვის. ადამიანებზე ჩატარებული კვლევების შედეგები ნიტრატებისა და ნიტრიტების მიღებასა და კიბოს რისკს შორის არაერთგვაროვანია. არსებობს მრავალი მტკიცებულება ნიტრატებისა და ნიტრიტების მიღებასა და მაღალ რისკს შორის მკერდის კიბოს, კუჭის კიბოს, ნეფრონული კიბოს, ზრდასრული გლიომის, კოლორექტალური კიბოს, მუცლის ღრუს კიბოსა და თირკმელზედა ჯირკვლის კიბოს შემთხვევაში. ეპიდემიოლოგიურ კვლევებზე ჩატარებულმა მეტა-ანალიზმა მიუთითა სუსტი კავშირი



სურსათიდან მიღებულ ნიტრატსა და კიბოს რისკს შორის, ხოლო სურსათით მიღებული ნიტრიტის შემთხვევაში ეს დამოკიდებულება უფრო თვალსაჩინოა (EFSA, 2008). ნიტრიტები ავლენენ მწვავე ტოქსიკურ მოქმედებას ძირითადად ორი მექანიზმის მეშვეობით: მეტჰემოგლობინემიის და/ან გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე ზემოქმედების გზით. მეტჰემოგლობინემია წარმოადგენს ჰემატოლოგიურ დარღვევას, რომლის დროსაც ჰემოგლობინი გარდაიქმნება მეტჰემოგლობინად — ფორმად, რომელსაც არ შეუძლია ჟანგბადის შეკავშირება და ტრანსპორტირება. აღნიშნული მდგომარეობა იწვევს ქსოვილთა გამოხატულ ჰიპოქსიას და შესაძლოა სიცოცხლისთვის საშიში გახდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰემოგლობინის მეტჰემოგლობინად გარდაქმნის დონე 60–70%-ს აღემატება (Vlachou et al., 2020).

სურსათში ნიტრატისა და ნიტრიტის არსებობა შესაძლოა პრობლემური იყოს მოსახლეობის გარკვეული ჯგუფებისთვის, განსაკუთრებით ვეგეტარიანელებისთვის, რომლებიც დიდი რაოდენობით ბოსტნეულსა და ხილს იღებენ, რადგან მათ სხეულში შესაძლოა ნიტრატები და ნიტრიტები ჭარბი რაოდენობით დაგროვდეს, ნიტრატების დაბინძურებული საკვების ყოველდღიური მოხმარების გამო. კავშირის არსებობის გამო, ნიტრატებისა და ნიტრიტის ორგანიზმში დაგროვებასა და ზოგიერთი დაავადებისა და საჭმლის მომნელებელი სისტემის კიბოების განვითარებასთან, საჭიროა წარმოების პროცესის უწყვეტი მონიტორინგი, საკვების ხარისხის კონტროლი, ამ შენაერთების იდენტიფიკაცია და მათი რაოდენობის ცვლილების შესწავლა სხვადასხვა გადამამუშავებელი პროცესებისა და შენახვის მეთოდების პირობებში (Ziarati et al., 2018).



## ექსპოზიციის შეფასება

ექსპოზიციის რაოდენობრივი, დეტერმინისტური მოდელით შეფასდა, რისთვისაც გამოყენებულია შემდეგი ფორმულა:

$$EDI = \frac{\sum (\text{სურსათის მოხმარება } X \text{ ნივთიერების კონცენტრაცია სურსათში})}{\text{სხეულის მასა}}$$

სადაც, EDI (Estimated Daily Intake) - მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში

სურსათის მოხმარება - გ/დღე

ნივთიერების კონცენტრაცია სურსათში - მგ/კგ

სხეულის მასა - კგ

ექსპოზიციის გამოთვლილია საშუალო (სურსათის მოხმარება - საშუალო არითმეტიკული, მედიანა; კონცენტრაცია - საშუალო არითმეტიკული, მედიანა) და კონსერვატიული (სურსათის მოხმარება - საშუალო და 95-ე პროცენტილი; კონცენტრაცია - 95-ე პროცენტილი) მიდგომებით (WHO, 2020).

### ნივთიერების კონცენტრაცია სურსათში

სურსათში გამოვლენილი ნივთიერების კონცენტრაციების სტატისტიკური დამუშავების მიზნით, გამოყენებულია ბოსტნეულში ნიტრატების შემცველობაზე 2020-2025 წლებში ჩატარებული კვლევების ხელმისაწვდომი მონაცემები. კერძოდ კი - სსიპ სურსათის ეროვნული სააგენტოს მიერ საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის მინისტრის ბრძანებით დამტკიცებული „სურსათის უვნებლობის სახელმწიფო კონტროლის“, „არაცხოველური წარმოშობის სურსათში ბიოლოგიური და ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა“ ქვეპროგრამის ფარგლებში განხორციელებული 2020 – 2024 წლებისა და 2025 წლის 8 თვის მონიტორინგის შედეგები.

ექსპოზიციის შეფასების მიზნით, დამუშავებულია ბოსტნეულში ნიტრატების შემცველობაზე ჩატარებული კვლევის 1371 ოქმი, გამოთვლილია მათი საშუალო არითმეტიკული, მედიანა და 95-ე პროცენტილი (ცხრილი 3).



უნდა აღინიშნოს, რომ ბოსტნეულში აღმოჩენილი ნიტრატების კონცენტრაციის მონაცემებში არ იგულისხმება კარტოფილში, საზამთროსა და ნესვში აღმოჩენილი კონცენტრაციები. ასევე, კარტოფილის მონაცემებში იგულისხმება ახალი კარტოფილიც.

**ცხრილი 4** ნიტრატების კონცენტრაცია ბოსტნეულში (მგ/კგ) და დამუშავებული ოქმების რაოდენობა (დანართი 1).

	დამუშავებული ოქმების რაოდენობა	საშუალო არითმეტიკული	მედიანა	95-ე პროცენტილი
ბოსტნეული	697	436.49	170	2019.2
კარტოფილი	141	186.01	170	435
საზამთრო	325	54.15	52	154
ნესვი	208	75.09	72	203.25
ჯამი	1371	265.26	92.1	1310

### სურსათის მოხმარება

საქართველოში სურსათის მოხმარების ეროვნული კვლევის მონაცემების არარსებობის გამო, სურსათის მოხმარების მიხედვით, ექსპოზიცია შეფასდა ორი მიდგომით: 1) საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის წარმოებისა და მოხმარების მონაცემების გამოყენებით; 2) EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის მიხედვით, ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის მოხმარების მონაცემების გამოყენებით.

ექსპოზიციის შეფასების პირველ მიდგომაში, გამოყენებულია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული შემდეგი მონაცემები (ცხრილი 4):

- 2024 წელს ბოსტნეულისა და კარტოფილის მოხმარება ერთ სულზე (სასურსათო ბალანსები, დანართი 3);
- 2024 წელს საზამთროსა და ნესვის წარმოების მონაცემები. წყარო: გამოკვლევა ბაღჩეულის წარმოების შესახებ (ადმინისტრაციულ ერთეულებში მუნიციპალიტეტის მერის წარმომადგენელთა გამოკითხვა) (დანართი 3);
- 2024 წელს შინამეურნეობებში საზამთროსა და ნესვის საშუალო თვიური მოხმარება ერთ სულზე (დანართი 3).



საზამთროსა და ნესვის წარმოების მონაცემები დაანგარიშებულია ერთ სულზე გრამი/დღეში. ასევე, საზამთროსა და ნესვის საშუალო თვიური მოხმარება გადაყვანილია ერთ სულზე დღიურ მოხმარებაზე. გამოთვლები შეგიძლიათ იხილოთ დანართი 2-ში.

**ცხრილი 5 საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის წარმოებისა და მოხმარების მონაცემები (გ/დღე).**

ინფორმაციის წყარო	პროდუქტი	გ/დღე
2024 წელს ბოსტნეულის მოხმარება ერთ სულზე	ბოსტნეული	158
2024 წელს კარტოფილის მოხმარება ერთ სულზე	კარტოფილი	137
2024 წელს საქართველოში წარმოებული საზამთრო (ერთ სულზე დაანგარიშებული)	საზამთრო	24.26
2024 წელს საქართველოში წარმოებული ნესვი (ერთ სულზე დაანგარიშებული)	ნესვი	3.99
2024 წელს შინამეურნეობებში საზამთროსა და ნესვის საშუალო თვიური მოხმარება ერთ სულზე	საზამთრო	31.37
	ნესვი	4.42

რადგან კვების თავისებურებებიდან გამომდინარე, ბავშვები მოწყვლად კატეგორიად ითვლებიან, ექსპოზიციის შეფასება ამ ასაკობრივ კატეგორიაზე განხორციელდა. ექსპოზიციის შესაფასებლად გამოყენებულია საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 30 ოქტომბრის №487 დადგენილება ტექნიკური რეგლამენტის - „ადრეული და სკოლამდელი აღზრდისა და განათლების დაწესებულებებში კვების ორგანიზებისა და რაციონის კვებითი ღირებულების ნორმების“ დამტკიცების შესახებ, სადაც მოცემულია სურსათის ნორმები ბაღის ასაკის თითოეულ ბავშვზე ყოველდღიურად გრამებში, დაწესებულებაში 9-10 სთ ხანგრძლივობით ყოფნისას (ცხრილი 5).

*ცხრილი 6 სურსათის ნორმები ბალის ასაკის თითოეულ ბავშვზე ყოველდღიურად გრამებში, დაწესებულებაში 9-10 სთ ხანგრძლივობით ყოფნის მიხედვით.*

პროდუქტი	გ/დღე
ბოსტნეული	144
კარტოფილი	84

ექსპოზიციის შეფასების მეორე მიდგომაში, მოხმარების მონაცემების მისაღებად და კლასიფიკაციისათვის, გამოყენებულია EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზა (ყოვლისმომცველი ბაზა). აღნიშნულ ბაზაში წარმოდგენილია შეჯამებული ინფორმაცია ევროკავშირის წევრ და მასთან ასოცირებულ ქვეყნებში ჩატარებული ეროვნული სურსათის მოხმარების კვლევების შესახებ. სურსათის მოხმარების მონაცემები დაყოფილია იერარქიებად და კატეგორიებად. ასევე, ასაკობრივ ჯგუფებად, ქვეყნებში სხვადასხვა დროს ჩატარებული კვლევებისა და სხვა პარამეტრების მიხედვით, რაც მონაცემების გაფილტვრის საშუალებას იძლევა.

ყოვლისმომცველი ბაზის მონაცემები გაფილტრა სურსათის სახეობების, პოპულაციური ჯგუფების (ზრდასრულები - Adults, ბავშვები - Other children) მიხედვით. უნდა აღინიშნოს, რომ სტატისტიკური მონაცემები ჩამოტვირთულია მხოლოდ მომხმარებლებისთვის (Consumers Only). Excel-ის ცხრილის სახით ჩამოტვირთული შედეგები დამატებით გაფილტრულია კვლევაში მონაწილეთა რაოდენობისა და კვლევის ჩატარების თარიღის მიხედვით.

იმისათვის, რომ სურსათის მოხმარების შესახებ ყოვლისმომცველი ბაზიდან მიღებული მონაცემების შედარება შესაძლებელი იყოს საქსტატის მიერ მოწოდებულ ინფორმაციასთან, ყოვლისმომცველი ბაზის მონაცემებიც გაფილტრულია შესაბამისი სურსათის ჯგუფების მიხედვით (იერარქიები შეგიძლიათ იხილოთ 2.1 - 2.6 დანართებში). ასევე, ბავშვების ასაკი ქართულ მონაცემებთან შესაბამისია.

გაფილტრული მონაცემების კლასტერიზაციის მეთოდით დასაყოფად გამოყენებულია სტატისტიკური პროგრამა IBM SPSS (V 31.0.1.0). ყოვლისმომცველი ბაზიდან მიღებული მონაცემები (საშუალო არითმეტიკული, მედიანა და 95-ე პროცენტილის მნიშვნელობები) დაყოფილია სამ კლასტერად, რომლის მიხედვითაც გამოთვლილია ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის მაღალი, საშუალო და დაბალი მოხმარება (ცხრილი 6-

7). უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა ქვეყნის სურსათის მოხმარების მონაცემების კლასტერებად დაყოფას პროგრამა შემთხვევითად ახდენს, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან ავირიდოთ მიკერძოებულობის ფაქტორი (დეტალური ინფორმაცია იხილეთ 2.1 - 2.6 დანართებში).

*ცხრილი 7 სურსათის მოხმარების მონაცემები კლასტერების მიხედვით, ზრდასრულები (გ/დღეში) (დანართები: 2.1, 2.3, 2.5, 2.6)*

საშუალო არითმეტიკული			
სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	113.672	<u>167.28</u>	227.496
კარტოფილი	72.5	101.5414286	<u>127.1733333</u>
საზამთრო	51.115	177.539	386.18
ნესვი	53.53625	98.822	122.45
მედიანა			
სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	80.16666667	138.559375	198.328
კარტოფილი	69.44625	88.847	110.244
საზამთრო	46.92333333	141.68625	322
ნესვი	34.78166667	55	94.35833333
95-ე პროცენტილი			
სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	278.09	390.908	527.5625
კარტოფილი	166.6766667	249.751875	323.59
საზამთრო	188.5616667	447.2625	942.9
ნესვი	113.874	195.7457143	294.86

*ცხრილი 8 სურსათის მოხმარების მონაცემები კლასტერების მიხედვით, ბავშვები (გ/დღეში) (დანართები: 2.2, 2.4)*

საშუალო არითმეტიკული
----------------------



სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	53.7625	91.7325	<u>137.37875</u>
კარტოფილი	58.84375	<u>75.90666667</u>	<u>101.902</u>
<b>მედიანა</b>			
სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	49.32166667	82.92375	126.14
კარტოფილი	50.669	<u>73.61428571</u>	<u>104.875</u>
<b>95-ე პროცენტილი</b>			
სურსათი	დაბალი მოხმარება	საშუალო მოხმარება	მაღალი მოხმარება
ბოსტნეული	<u>140.325</u>	222.4485714	308.6277778
კარტოფილი	128.596	168.1033333	225.458

2024 წელს საქართველოში ზრდასრული ადამიანის მიერ მოხმარებული ბოსტნეულის რაოდენობა (158 გ/დღე) შეესაბამება EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების მონაცემთა ყოვლისმომცველი ბაზის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით გამოთვლილ ბოსტნეულის საშუალო მოხმარებას (167.28 გ/დღე). საქართველოში კარტოფილის საშუალო მოხმარება (137 გ/დღე) კი - ყოვლისმომცველი ბაზის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით გამოთვლილ კარტოფილის მაღალ მოხმარებას (127.17 გ/დღე). საქსტატის მიერ მოწოდებული საქართველოში საზამთროსა და ნესვის მოხმარებისა და წარმოების (ერთ სულზე დაანგარიშებული) მონაცემები ყოვლისმომცველი ბაზიდან მიღებულ მონაცემებზე ნაკლებია.

ბალის ასაკის ბავშვებისთვის, №487 დადგენილებაში მოცემული სურსათის ნორმების მიხედვით, ბოსტნეულის მოხმარების ნორმაა 144 გ/დღეში, რაც ყოვლისმომცველი ბაზის მონაცემებში, 3-დან 10 წლამდე ბავშვების მიერ მოხმარებული საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით გამოთვლილ ბოსტნეულის მაღალ მოხმარებას (137.38 გ/დღე), ან 95-ე პროცენტის მიხედვით გამოთვლილ დაბალ მოხმარებას (140.33 გ/დღე) შეესაბამება.

ევროპის სურსათის უვნებლობის ორგანოს (EFSA) მონაცემების მიხედვით, ზრდასრული ევროპელი მოსახლეობის საშუალო მასა 70 კგ-ია, 3-დან 10 წლამდე ბავშვების სხეულის საშუალო მასა კი - 23.1 კგ (EFSA, 2012). ვინაიდან საქართველოში ზრდასრული მოსახლეობისა და ბავშვების სხეულის საშუალო მასის შესახებ მონაცემები არ მოიპოვება,

ექსპოზიციის შეფასების ორივე სცენარში, ზემოთ აღნიშნული მონაცემებია გამოყენებული (ცხრილი 8-15). საინტერესოა, რომ 3-დან 10 წლამდე ასაკის ბავშვებში, ზრდასრულ ადამიანებთან შედარებით, ნიტრატებთან კვებითი ექსპოზიციის მაღალი მაჩვენებელი ფიქსირდება სურსათის ყველა სახეობაში.

## რისკის დახასიათება

ნიტრატების, როგორც არაკანცეროგენული ნივთიერებების რისკის დახასიათების მიზნით გამოთვლილია საფრთხის კოეფიციენტი (Hazard Quotient - HQ) (US EPA, 1989).

საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) = EDI/RfD ან ADI

Estimated Daily Intake (EDI) - მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში

Reference Dose (RfD) ნიტრატებისთვის - 1.6 მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (US EPA, 2025);

Acceptable Daily Intake (ADI) - 3.7 მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (EFSA, 2025);

იმ შემთხვევაში, თუ საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) <1, რისკი დაბალია. ხოლო თუ  $HQ > 1$ , არსებობს პოტენციური რისკი ჯანმრთელობისთვის,  $HQ = 1$  კი ზღვარია.

რისკის დახასიათებისთვის, გამოთვლილია მოხმარების მაქსიმალური მისაღები რაოდენობა პროცენტებში (%ADI) (Menard et al., 2008). იმ შემთხვევაში, თუ მაჩვენებელი 100%-ზე ნაკლებია, არ აჭარბებს უსაფრთხო მოხმარების ნორმებს.

$$\%ADI = (\text{მოხმარება (მგ/დღე)} / \text{ADI (მგ/დღე)}) \times 100$$

მაგალითი:

Acceptable Daily Intake (ADI) - 3.7 მგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (EFSA, 2025)

სალათის ფოთლის მოხმარება - 62.21 მგ/კგ

$$\%ADI = (62.21 \text{ (მგ/დღე)} / 260 \text{ (მგ/დღე)}) \times 100 = 23.9\% \approx 24\%$$

სალათის ფოთლის მოხმარება ნიტრატების უსაფრთხო დღიური ნორმის დაახლოებით 24%-ს შეადგენს.

პირველი მიდგომის მიხედვით, რომელშიც საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის წარმოებისა და მოხმარების მონაცემებია გამოყენებული, გამოთვლილია ნიტრატების



შემცველი სურსათის მოხმარების რისკი ზრდასრული მოსახლეობისთვის (ცხრილი 8). აღმოჩნდა, რომ 95-ე პროცენტის მიხედვით გამოთვლილი (კონსერვატიული სცენარი) საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) 1-ზე მეტია ბოსტნეულის, ასევე ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის ჯამური მოხმარების მიხედვით (ჯამი ცალკეა გამოთვლილი საზამთროსა და ნესვის წარმოებისა და მოხმარების მონაცემების მიხედვით). შესაბამისად, ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის, ასევე ჯამურად ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის პოტენციური მოხმარება შესაძლოა უარყოფითად აისახებოდეს ადამიანის ორგანიზმზე.



**ცხრილი 9** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება  
- 2024 წელს საქართველოში მოხმარებული და წარმოებული სურსათის მონაცემების  
მიხედვით (70 კგ ზრდასრულისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	170	158	26.86	10.37	0.38	0.24	0.10
კარტოფილი	170	137	23.29	8.99	0.33	0.21	0.09
საზამთრო (მოხმარება)	52	31.37	1.63	0.63	0.02	0.01	0.01
საზამთრო (წარმოება)	52	24.26	1.26	0.49	0.02	0.01	0.005
ნესვი (მოხმარება)	72	4.42	0.32	0.12	0.005	0.003	0.001
ნესვი (წარმოება)	72	3.99	0.29	0.11	0.004	0.003	0.001
ჯამი (მოხმარება)	92.1	330.79	30.47	11.76	0.44	0.27	0.12
ჯამი (წარმოება)	92.1	323.25	29.77	11.49	0.43	0.27	0.11
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	436.49	158	68.97	26.63	0.99	0.62	0.27
კარტოფილი	186.01	137	25.48	9.84	0.36	0.23	0.10
საზამთრო (მოხმარება)	54.15	31.37	1.70	0.66	0.02	0.02	0.01
საზამთრო (წარმოება)	54.15	24.26	1.31	0.51	0.02	0.01	0.01
ნესვი (მოხმარება)	75.05	4.42	0.33	0.13	0.005	0.003	0.001
ნესვი (წარმოება)	75.05	3.99	0.30	0.12	0.004	0.003	0.001
ჯამი (მოხმარება)	265.26	330.79	87.74	33.88	1.25	0.78	0.34
ჯამი (წარმოება)	265.26	323.25	85.74	33.11	1.22	0.77	0.33
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	2019.2	158	319.03	123.18	4.56	<b>2.85</b>	<b>1.23</b>
კარტოფილი	435	137	59.60	23.01	0.85	0.53	0.23
საზამთრო (მოხმარება)	154	31.37	4.83	1.87	0.07	0.04	0.02
საზამთრო (წარმოება)	154	24.26	3.74	1.44	0.05	0.03	0.01
ნესვი (მოხმარება)	203.25	4.42	0.90	0.35	0.01	0.01	0.003
ნესვი (წარმოება)	203.25	3.99	0.81	0.31	0.01	0.01	0.003
ჯამი (მოხმარება)	1310	330.79	433.34	167.31	6.19	<b>3.87</b>	<b>1.67</b>
ჯამი (წარმოება)	1310	323.25	423.46	163.50	6.05	<b>3.78</b>	<b>1.63</b>

№487 დადგენილებაში მოცემული სურსათის ნორმების მიხედვით, ბაღის ასაკის ბავშვებისთვის გამოთვლილია ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის, კარტოფილისა და მათი ჯამური მოხმარების რისკი (ცხრილი 9). საშუალო არითმეტიკულისა (საშუალო სცენარი) და 95-ე პროცენტულის (კონსერვატიული სცენარი) მიხედვით გამოთვლილი საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) 1-ზე მეტია ბოსტნეულის, ასევე ბოსტნეულისა და

კარტოფილის ჯამური მოხმარების მიხედვით. მიღებული შედეგები ბავშვების ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის რისკზე მიუთითებს.

**ცხრილი 10** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება - 2024 წელს საქართველოში მოხმარებული და წარმოებული სურსათის მონაცემების მიხედვით (23 კგ ბავშვისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	170	144	24.48	28.64	1.06	0.66	0.29
კარტოფილი	170	84	14.28	16.71	0.62	0.39	0.17
ჯამი	92.1	228	20.999	24.57	0.91	0.57	0.25
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	436.49	144	62.85	73.54	2.72	<b>1.70</b>	0.74
კარტოფილი	186.01	84	15.62	18.28	0.68	0.42	0.18
ჯამი	265.26	228	60.48	70.76	2.62	<b>1.64</b>	0.71
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეული	2019.2	144	290.76	340.20	12.59	<b>7.87</b>	<b>3.40</b>
კარტოფილი	435	84	36.54	42.75	1.58	0.99	0.43
ჯამი	1310	228	298.68	349.46	12.93	<b>8.08</b>	<b>3.49</b>

რისკის შეფასების მეორე მიდგომაში, EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების მონაცემთა ყოვლისმომცველი ბაზის მიხედვით, გამოთვლილია ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის, კარტოფილის, საზამთროსა და ნესვის მოხმარების რისკი ზრდასრული მოსახლეობისთვის. ბავშვებისთვის გამოთვლილია ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულისა და კარტოფილის მოხმარების რისკი.

ბოსტნეულის მოხმარების მიხედვით, ზრდასრულებში 95-ე პროცენტის, ხოლო ბავშვებში საშუალო არითმეტიკულისა (საშუალო და მაღალი მოხმარება) და 95-ე პროცენტის მიხედვით გამოთვლილი საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) 1-ზე მეტია. აღნიშნული შედეგების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ბოსტნეულში ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციისა და მაღალი მოხმარების შემთხვევაში, საფრთხის კოეფიციენტის მაჩვენებელი ერთს აჭარბებს, შესაბამისად იზრდება ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის რისკი (ცხრილი 10-11).



**ცხრილი 11** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება – EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, ბოსტნეულის მოხმარების მონაცემების მიხედვით (70 კგ ზრდასრულისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	170	80.17	13.63	5.26	0.19	0.12	0.05
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	170	138.56	23.56	9.09	0.34	0.21	0.09
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	170	198.33	33.72	13.02	0.48	0.30	0.13
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	436.49	113.67	49.62	19.16	0.71	0.44	0.19
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	436.49	167.28	73.02	28.19	1.04	0.65	0.28
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	436.49	227.50	99.30	38.34	1.42	0.89	0.38
95-ე პერცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	2019.2	278.09	561.52	216.80	8.02	<b>5.01</b>	<b>2.17</b>
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	2019.2	390.91	789.32	304.76	11.28	<b>7.05</b>	<b>3.05</b>
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	2019.2	527.56	1065.25	411.30	15.22	<b>9.51</b>	<b>4.11</b>



**ცხრილი 12** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება – EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, ბოსტნეულის მოხმარების მონაცემების მიხედვით (23 კგ ბავშვისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	170	49.32	8.38	9.81	0.36	0.23	0.10
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	170	82.92	14.10	16.49	0.61	0.38	0.16
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	170	126.14	21.44	25.09	0.93	0.58	0.25
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	436.49	53.76	23.47	27.46	1.02	0.63	0.27
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	436.49	91.73	40.04	46.85	1.73	<b>1.08</b>	0.47
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	436.49	137.38	59.96	70.16	2.60	<b>1.62</b>	0.70
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ბოსტნეულის დაბალი მოხმარება	2019.2	140.33	283.34	331.51	12.27	<b>7.67</b>	<b>3.32</b>
ბოსტნეულის საშუალო მოხმარება	2019.2	222.45	449.17	525.53	19.44	<b>12.15</b>	<b>5.26</b>
ბოსტნეულის მაღალი მოხმარება	2019.2	308.63	623.18	729.12	26.98	<b>16.86</b>	<b>7.29</b>

ზრდასრულებისა და ბავშვების მიერ კარტოფილის მოხმარების შემთხვევაში, მხოლოდ 95-ე პროცენტის მიხედვით გამოთვლილი საფრთხის კოეფიციენტია (HQ) 1-ზე მეტი (ზრდასრულებში მხოლოდ RFD-ის მიხედვით გამოთვლილი HQ-ს მაღალი მოხმარების მონაცემი). შესაბამისად, ზრდასრულების ან ბავშვების მიერ ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციით დაბინძურებული კარტოფილის მაღალი მოხმარების შემთხვევაში არსებობს ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის რისკი (ცხრილი 12-13).



**ცხრილი 13** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება – EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, კარტოფილის მოხმარების მონაცემების მიხედვით (70 კგ ზრდასრულისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	170	69.45	11.81	4.56	0.17	0.11	0.05
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	170	88.85	15.10	5.83	0.22	0.13	0.06
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	170	110.24	18.74	7.24	0.27	0.17	0.07
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	186.01	72.50	13.49	5.21	0.19	0.12	0.05
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	186.01	101.54	18.89	7.29	0.27	0.17	0.07
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	186.01	127.17	23.66	9.13	0.34	0.21	0.09
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	435	166.68	72.50	27.99	1.04	0.65	0.28
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	435	249.75	108.64	41.95	1.55	0.97	0.42
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	435	323.59	140.76	54.35	2.01	<b>1.26</b>	0.54

**ცხრილი 14** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება – EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, კარტოფილის მოხმარების მონაცემების მიხედვით (23 კგ ბავშვისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	170	50.67	8.61	10.08	0.37	0.23	0.10
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	170	73.61	12.51	14.64	0.54	0.34	0.15
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	170	104.88	17.83	20.86	0.77	0.48	0.21
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	186.01	58.84	10.95	12.81	0.47	0.30	0.13
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	186.01	75.91	14.12	16.52	0.61	0.38	0.17
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	186.01	101.90	18.95	22.18	0.82	0.51	0.22
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
კარტოფილის დაბალი მოხმარება	435	128.60	55.94	65.45	2.42	<b>1.51</b>	0.65
კარტოფილის საშუალო მოხმარება	435	168.10	73.12	85.56	3.17	<b>1.98</b>	0.86
კარტოფილის მაღალი მოხმარება	435	225.46	98.07	114.75	4.25	<b>2.65</b>	<b>1.15</b>

აღმოჩნდა, რომ ზრდასრულებში 95-ე პროცენტის მიხედვით გამოთვლილი საზამთროს მაღალი მოხმარების მონაცემის შესაბამისი (მხოლოდ RFD-ის მიხედვით გამოთვლილი HQ), საფრთხის კოეფიციენტია 1-ზე მეტი. რაც ნიშნავს, რომ ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციით დაბინძურებული დიდი რაოდენობით საზამთროს პოტენციური მოხმარება შესაძლოა უარყოფითად აისახებოდეს ადამიანის ორგანიზმზე (ცხრილი 14).

**ცხრილი 15** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება– EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, საზამთროს მოხმარების მონაცემების მიხედვით (70 კგ ზრდასრულისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
საზამთროს დაბალი მოხმარება	52	46.92	2.44	0.94	0.03	0.02	0.01
საზამთროს საშუალო მოხმარება	52	141.69	7.37	2.84	0.11	0.07	0.03
საზამთროს მაღალი მოხმარება	52	322	16.74	6.46	0.24	0.15	0.06
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HO (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HO (ADI)
საზამთროს დაბალი მოხმარება	54.15	51.12	2.77	1.07	0.04	0.02	0.01
საზამთროს საშუალო მოხმარება	54.15	177.54	9.61	3.71	0.14	0.09	0.04
საზამთროს მაღალი მოხმარება	54.15	386.18	20.91	8.07	0.30	0.19	0.08
95-ე პროცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
საზამთროს დაბალი მოხმარება	154	188.56	29.04	11.21	0.41	0.26	0.11
საზამთროს საშუალო მოხმარება	154	447.26	68.88	26.59	0.98	0.61	0.27
საზამთროს მაღალი მოხმარება	154	942.90	145.21	56.06	2.07	<b>1.30</b>	0.56

უნდა აღინიშნოს, რომ EFSA-ს ყოვლისმომცველი ბაზის მონაცემებით გამოთვლილი ნიტრატებით დაბინძურებული ნესვის მოხმარების საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) ყველა შემთხვევაში ნაკლებია ერთზე. რაც ნიშნავს, რომ ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის რისკი დაბალია (ცხრილი 15).



**ცხრილი 16** კვებითი ექსპოზიცია (EDI, მგ/კგ სხეულის მასაზე დღეში) და რისკის დახასიათება– EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზის, ნესვის მოხმარების მონაცემების მიხედვით (70 კგ ზრდასრულისთვის) (დანართი 3).

მედიანა							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ნესვის დაბალი მოხმარება	72	34.78	2.50	0.97	0.04	0.02	0.01
ნესვის საშუალო მოხმარება	72	55	3.96	1.53	0.06	0.04	0.02
ნესვის მაღალი მოხმარება	72	94.36	6.79	2.62	0.10	0.06	0.03
საშუალო არითმეტიკული							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ნესვის დაბალი მოხმარება	75.05	53.54	4.02	1.55	0.06	0.04	0.02
ნესვის საშუალო მოხმარება	75.05	98.82	7.42	2.86	0.11	0.07	0.03
ნესვის მაღალი მოხმარება	75.05	122.45	9.19	3.55	0.13	0.08	0.04
95-ე პერცენტილი							
სურსათი	კონცენტრაცია (მგ/კგ)	სურსათის მოხმარება (გ/დღე)	მოხმარება (მგ/დღე)	%ADI	EDI (მგ/კგ სხ.მასა/დღე)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (RFD)	საფრთხის კოეფიციენტი HQ (ADI)
ნესვის დაბალი მოხმარება	203.25	113.87	23.14	8.94	0.33	0.21	0.09
ნესვის საშუალო მოხმარება	203.25	195.75	39.79	15.36	0.57	0.36	0.15
ნესვის მაღალი მოხმარება	203.25	294.86	59.93	23.14	0.86	0.54	0.23



## შეჯამება

2020-2025 წლებში საქართველოში ნიტრატების შემცველი ბოსტნეულის მოხმარებით განპირობებული საქართველოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის რისკის შეფასებისთვის, გამოყენებულია ორი განსხვავებული მიდგომა, რის მიხედვითაც ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციის შემცველი ბოსტნეულის მაღალი მოხმარების შემთხვევებში, საფრთხის კოეფიციენტი (HQ) მეტია 1-ზე რაც ნიშნავს, რომ ნიტრატებით დაბინძურებული ბოსტნეულის პოტენციური მოხმარება, ჯანმრთელობაზე უარყოფითი გავლენის მაღალ რისკთან ასოცირდება, როგორც ზრდასრულებში, ისე ბავშვებში.

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, რისკის შეფასება გვიჩვენებს, რომ 2020-2025 წლებში „სურსათის უვნებლობის სახელმწიფო კონტროლის“ ფარგლებში, ნიტრატების შემცველობაზე გამოკვლევულ ნიმუშებში დაფიქსირებული ნიტრატების მაღალი კონცენტრაციის შემცველი ბოსტნეულის პოტენციური მოხმარება, საქართველოს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე, გაზრდილ უარყოფით გავლენასთან ასოცირდება.



## რისკის შეფასების პროცესში წარმოქმნილი განუსაზღვრელობები

1. საქართველოში სურსათის ინდივიდუალური მოხმარების მონაცემთა ბაზის არ არსებობის გამო, რისკის შეფასება ხელთ არსებული მონაცემებით განხორციელდა. პირველ მიდგომაში გამოყენებულია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული ბოსტნეულისა და კარტოფილის მოხმარების საშუალო მონაცემი, რომელიც გამოთვლილია „საშუალო ჰიპოთეტურ მომხმარებელზე“. გარდა ამისა, მოწოდებულია საზამთროსა და ნესვის მოხმარებისა (საშუალო თვიური მოხმარება) და წარმოების მონაცემები, რომელიც შემდგომში გადაანგარიშებულია ერთ სულზე გ/დღეში. აღსანიშნავია, რომ სურსათის წარმოების მონაცემები ვერ იძლევა რისკის შეფასებისთვის შესაბამის ინფორმაციას სურსათის მოხმარების შესახებ. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ წარმოების მონაცემებში გამოთვლილია საზამთროსა და ნესვის სრული მასა და არა მხოლოდ საკვებად გამოყენებული ნაწილი. სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მიერ მოწოდებული, ინფორმაცია არ გვაძლევს ინფორმაციას სურსათის მოხმარების 50-ე პროცენტისა და 95-ე პროცენტის შესახებ (მაღალი მოხმარება, კონსერვატიული მიდგომა). ასევე, ბოსტნეულის მოხმარების შესახებ ინფორმაცია მოცემულია შეჯამებული სახით, რაც ექსპოზიციის მაჩვენებელს ზრდის, ეს ყველაფერი კი რისკის დონეზე აისახება. პირველ მიდგომაში გამოყენებულია №487 დადგენილებაში მოცემული სურსათის ნორმები, რაც არ ასახავს ბაღის ასაკის ბავშვების მიერ დღის განმავლობაში რეალურად მიღებული სურსათის რაოდენობას. განუსაზღვრელობა - საშუალოზე მაღალი | ±

მეორე მიდგომაში სურსათის მოხმარების შესახებ ინფორმაციის წყაროდ EFSA-ს ევროპის სურსათის მოხმარების ყოვლისმომცველი მონაცემთა ბაზაა გამოყენებული. ყოვლისმომცველი ბაზის მონაცემები მაღალი ხარისხისაა, თუმცა აქ მოცემულია ევროკავშირის წევრ და მასთან ასოცირებულ ქვეყნებში ჩატარებული კვლევები და არა საქართველოს მონაცემები. ექსპოზიცია შეფასებულია მხოლოდ მომხმარებლებზე და არა მთლიან პოპულაციაზე. თუმცა, ყოვლისმომცველი ბაზა მონაცემების კლასტერებად დაჯგუფებისა და სურსათის მაღალ, საშუალო და დაბალი მოხმარების მიხედვით ჯგუფებად დაყოფის საშუალებას იძლევა. მიღებული ინფორმაციის ქართულ მონაცემებთან შედარებით, შეგვიძლია რომელიმე ჯგუფში, საქართველოში



არსებული რეალური სურათის მოხმარებასთან მიახლოებული ვერსია ვიხილოთ.  
განუსაზღვრელობა - საშუალოზე მაღალი | ±

2. ლიტერატურაში მოიპოვება ორი ტოქსიკოლოგიური მონაცემი, რომელთა გამოყენებაც შესაძლებელია რისკის შეფასებისათვის. რისკის დახასიათებისთვის გამოყენებულია ორივე მაჩვენებელი, თუმცა ორივე მათგანი მოქმედებს რისკის შეფასების შედეგზე.

Reference Dose (RfD) ნიტრატებისთვის - 1.6 მკგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (US EPA) ADI-ს მნიშვნელობასთან შედარებით მცირე დოზაა, რამაც შესაძლოა განაპირობოს რისკის შედარებით გადაჭარბებული, კონსერვატიული შეფასება.  
განუსაზღვრელობა - საშუალო | +

Acceptable Daily Intake (ADI) - 3.7 მკგ/კგ. სხეულის მასაზე დღეში (EFSA). ეს მაჩვენებელი აღემატება RfD-ს შესაბამისად, ADI-ს გამოყენებამ შესაძლებელია რისკის ნაკლებად შეფასება გამოიწვიოს. განუსაზღვრელობა - საშუალო | -

+ ექსპოზიციის გადაჭარბებულად შეფასება; - ექსპოზიციის ნაკლებად შეფასება; ± დაუდგენელია (EFSA, 2006)



## ბიბლიოგრაფია

European Food Safety Authority. Chemical hazards. Retrieved December 15, 2025, from <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/openfoodtox>

Menard, C., Heraud, F., Volatier, J., & Leblanc, J. (2008). Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. *Food Additives & Contaminants Part A*, 25(8), 971–988. <https://doi.org/10.1080/02652030801946561>

Mehdi Qasemi, Mansoureh Ghorbani, Rezvan Salehi, Syeed Mahmood Attari, Mojtaba Afsharnia, Mohammad Hadi Dehghani, Mansoureh Farhang, Asma Zarei, Akram Gholinejad, Ahmad Zarei, Human health risk associated with nitrates in some vegetables: A case study in Gonabad, *Food Chemistry Advances*, Volume 4, 2024, 100721, ISSN 2772-753X, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100721>

Greenwood MJ, Hunt GL, Mcdowell JM. Migration and employment change: empirical evidence on the spatial and temporal dimensions of the linkage. *J Reg Sci*. 1986 May;26(2):223-34. doi: 10.1111/j.1467-9787.1986.tb00818.x. PMID: 12314282.

Nitrate. US EPA. Retrieved December 15, 2025, from [https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance\\_nmbr=76](https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=76)

Opinion of the Scientific Committee related to uncertainties in dietary exposure assessment. (2007). *EFSA Journal*, 5(1), 438. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.438>

U.S. Environmental Protection Agency & Office of Emergency and Remedial Response. (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A)*. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags\\_a.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags_a.pdf)

World Health Organization. (2020). Dietary exposure assessment for chemicals in food: Chapter 6 (Second edition). In *Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental Health Criteria 240)*. [https://www.who.int/docs/default-source/food-safety/publications/chapter6-dietary-exposure.pdf?sfvrsn=26d37b15\\_6](https://www.who.int/docs/default-source/food-safety/publications/chapter6-dietary-exposure.pdf?sfvrsn=26d37b15_6)



- Kadach, S., Pikhova, B., Black, M. I., Park, J. W., Wylie, L. J., Stoyanov, Z., Thomas, S. M., McMahon, N. F., Vanhatalo, A., Schechter, A. N., & Jones, A. M. (2022). Time course of human skeletal muscle nitrate and nitrite concentration changes following dietary nitrate ingestion. *Nitric Oxide - Biology and Chemistry*, 121, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2022.01.003>
- Karwowska, M., & Kononiuk, A. (2020). Nitrates/nitrites in food—risk for nitrosative stress and benefits. In *Antioxidants* (Vol. 9, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox9030241>
- Nitrate and Nitrite in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. (n.d.). <http://www.who.int/publications/guidelines/>
- Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. (2008). *EFSA Journal*, 6(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689>
- Qasemi, M., Ghorbani, M., Salehi, R., Attari, S. M., Afsharnia, M., Dehghani, M. H., Farhang, M., Zarei, A., Gholinejad, A., & Zarei, A. (2024). Human health risk associated with nitrates in some vegetables: A case study in Gonabad. *Food Chemistry Advances*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100721>
- Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. (2010). *EFSA Journal*, 8(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1935>
- Suh, J., Paek, O. J., Kang, Y. W., Ahn, J. E., Jung, J. S., An, Y. S., Park, S. H., Lee, S. J., & Lee, K. H. (2013). Risk assessment on nitrate and nitrite in vegetables available in Korean diet. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 56(4), 205–211. <https://doi.org/10.3839/jabc.2013.033>
- Vlachou, C., Hofstädter, D., Rauscher - Gabernig, E., Griesbacher, A., Fuchs, K., & König, J. (2020). Risk assessment of nitrites for the Austrian adult population with probabilistic modelling of the dietary exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 143, 111480. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2020.111480>
- Ziarati, P., Pharma, S. F., Shirkhan, F., Zahedi, M. T., Mostafidi, M., & Hochwimmer, B. (2018). *SCIFED SciFed Pharmaceuticals Journal Potential Health Risks and Concerns of High Levels of Nitrite and Nitrate in Food Sources*.