Elmi Tədqiqat
May 2026, Cild: 6, Sayı: 5, s. 220–225
Scientific Research
May 2026, Volume: 6, Issue: 5, pp. 220–225
DOI: https://doi.org/10.36719/2789-6919/58/220-225

Podzollu-sarı torpaqlarda suvarma intensivliyinin çay plantasiyalarında makroelementlərin mütəhərrik formalarının mövsümi dinamikasına təsiri

Namiq Əsgərov[1*], Afiəddin Mirzəyev[1]

Xülasə. *Tədqiqatın məqsədi Lənkəran iqlim zonasında çay bitkisi altında yerləşən eroziyaya uğramamış və orta dərəcədə deqradasiyaya uğramış podzollu-qleyli-sarı torpaqlarda mineral gübrələr ($N_{180}P_{120}K_{90}$), yerli Lənkəran kompostu (20 t/ha) və vegetasiya dövründə müxtəlif sayda suvarma (5, 7, 9 dəfə) kombinasiyasının torpağın humus vəziyyətinə, azot, fosfor və kaliumun mütəhərrik formalarının profil üzrə paylanmasına təsirini əsaslandırmaq olmuşdur. Təcrübə iki faktorlu sxem üzrə, 4 bioloji təkrarlıqla aparılmışdır: I faktor – torpağın deqradasiya dərəcəsi (eroziyaya uğramamış və orta dərəcədə deqradasiyaya uğramış); II faktor – gübrə-suvarma rejimi (nəzarət, mineral-üzvi fon, fon + 5/7/9 suvarma). Torpaq nümunələri vegetasiya kulminasiyası dövründə 0–20 sm və 20–40 sm qatlardan götürülmüş, humus, nitrat ($N\text{-}NO_3$), ammonium ($N\text{-}NH_4$), mütəhərrik fosfor (P_2O_5) və mübadilə olunan kalium (K_2O) müəyyən edilmişdir. Lənkəran zonasının çay plantasiyaları altında olan podzollu-qleyli torpaqlarında münbitliyin bərpası və məhsuldarlığın artırılması üçün $N_{180}P_{120}K_{90}$ + kompost (20 t/ha) fonunda vegetasiya dövründə 7 dəfə suvarma optimal aqrotexniki həll kimi tövsiyə olunur. Bu rejim humus ehtiyatının bərpası, qida elementlərinin bioloji əlçatanlığının təmin edilməsi və su resurslarından səmərəli istifadə arasında tarazlıq yaradır.*

Açar sözlər: *podzollu-qleyli torpaqlar, deqradasiya, çay plantasiyası, mineral gübrələr, Lənkəran kompostu, vegetasiya suvarması, humus, mütəhərrik qida elementləri, Lənkəran zonası*

---

[1] Lənkəran Dövlət Universiteti, magistrant, Lənkəran, Azərbaycan
[*] Məsul müəllif. E-poçt: namiqsgrov@gmail.com
Daxil oldu: 6 Fevral 2026; Qəbul edildi: 12 May 2026; Onlayn dərc edildi: 30 May 2026
© Müəllif(lər) 2026. Bu, Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Beynəlxalq Lisenziyası (CC BY-NC 4.0) şərtləri altında paylanan açıq girişli məqalədir.

The Effect of Irrigation Intensity on the Seasonal Dynamics of Mobile Forms of Macroelements in Tea Plantations in Podzolic-yellow Soils

Namig Asgarov[1*], Afiaddin Mirzayev[1]

Abstract. *The aim of the study was to substantiate the effect of a combination of mineral fertilizers ($N_{180}P_{120}K_{90}$), local Lankaran compost (20 t/ha) and different irrigations (5, 7, 9 times) during the vegetation period on the humus state of the soil, the distribution of mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium along the profile in undegraded and moderately degraded podzolic-gley-yellow soils located under tea plants in the Lankaran climatic zone.*

The experiment was conducted according to a two-factor scheme with 4 biological replications: factor I - the degree of soil degradation (undegraded and moderately degraded); factor II – fertilizer-irrigation regime (control, mineral-organic background, background + 5/7/9 irrigation). Soil samples were taken from 0-20 cm and 20-40 cm layers during the vegetation culmination period, and humus, nitrate (N-NO_3), ammonium (N-NH_4), mobile phosphorus (P_2O_5) and exchangeable potassium (K_2O) were determined. In order to restore fertility and increase productivity in podzolic-gley soils under tea plantations of the Lankaran zone, 7 irrigations during the vegetation period against the background of $N_{180}P_{120}K_{90}$ + compost (20 t/ha) are recommended as the optimal agrotechnical solution. This regime creates a balance between restoring humus reserves, ensuring biological accessibility of nutrients and efficient use of water resources.

Keywords: *podzolic-gley soils, degradation, tea plantation, mineral fertilizers, Lankaran compost, vegetation irrigation, humus, mobile nutrients, Lankaran zone*

[1] Lankaran State University, Master's student, Lankaran, Azerbaijan
[*] Corresponding author. E-mail: namiqsgrov@gmail.com
Received: 6 February 2026; Accepted: 12 May 2026; Published online: 30 May 2026
© Author(s) 2026. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Giriş

Çay plantasiyaları aqrar istehsalın intensiv növlərindən biri olmaqla müntəzəm gübrələmə və sistemli suvarma tələb edən aqroekosistemlərdir. Yüksək məhsuldarlığın əldə olunması üçün tələb olunan bu aqrotexniki tədbirlər, eyni zamanda, torpaqda qida maddələrinin yuyulma riskini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Xüsusilə turş reaksiyaya (Bağırov, 1993) malik (pH 4,0–5,5) podzollu-sarı torpaqlarda azot, fosfor və kaliumun mütəhərrik formalarının torpaq profilindən aşağı qatlara miqrasiyası həm bitki qidalanmasını, həm də ərazi hidrosferi üçün ciddi ekoloji risk mənbəyinə çevrilir (Bağırov, 1993; Məmmədov, 2007).

Elmi ədəbiyyatın təhlili göstərir ki, çay plantasiyalarında yüksək azot tətbiqi NO_3^- və NH_4^+ konsentrasiyasını artıraraq dərin profil qatlarına yuyulma intensivliyini artırır (Xu et al., 2017; Zheng et al., 2024; Zang et al., 2022). Nəm şəraitin nitrat yuyulmasını 2,6–29,7%, quraqlığın isə 6,5–51,4% dəyişdirdiyi müəyyən edilmişdir (Babayev, 2018). Eyni zamanda, uzunmüddətli çay becərilməsinin torpağın (Özcan & Kara, 2019) dərin qatlarına qədər turşulaşmasına və qida maddələrinin profil üzrə yenidən bölüşdürülməsinə səbəb olduğu qeydə alınmışdır (Islam & Xia, 2026; Wang et al., 2024).

Çay bitkisi turş mühitli torpaqlarda (pH 4,5–5,5) daha yaxşı inkişaf edir. Torpağın turşuluq dərəcəsi bu səviyyədən yüksək olduqda, bitkinin inkişafı ləngiyir və məhsuldarlıq kəskin şəkildə aşağı düşür (Quliyev, 2011). Aparılan ədəbiyyat təhlilinə baxmayaraq, podzollu-sarı torpaqlarda müxtəlif suvarma intensivеliklərinin çay bitkisinin vegetasiya dövrü ərzindəki qida elementlərinin mövsümi dinamikasına təsiri hələ kifayət qədər öyrənilməmişdir. Bu boşluğun aradan qaldırılması məqsədilə tərəfimizdən sahə-laboratoriya sınaqları aparılmış, alınan nəticələr analitik cəhətdən işlənmişdir.

Tədqiqatın əsas məqsədi deqredasiyaya uğramamış və deqredasiyaya orta dərəcədə uğramış podzollu-sarı torpaq şəraitində suvarma intensivliyinin N, P, K elementlərinin mütəhərrik formalarına təsirinə dair kəmiyyət əsaslarını müəyyən etmək, optimal suvarma-gübrələmə münasibəti üçün praktiki tövsiyələr hazırlamaqdır.

Tədqiqatın materialı və metodologiyası. Sahə təcrübələri Azərbaycanın subtropik zonasında, pH 4,5–5,5 aralığında turş reaksiyaya malik podzollu-sarı torpaq üzərində yerləşən yaşlı Camellia sinensis

plantasiyasında aparılmışdır. Sahə zəif mailliyi olan yamac şəraitinə uyğundur ki, bu da səthi axın dinamikasını tədqiqata daxil etmişdir. Torpaq nümunələri vegetasiyanın aktiv fazasında 0–20 sm və 20–40 sm dərinlik qatlarından götürülmüşdür. Udulmuş amonyak ($N\text{-}NH_4$)-D.P.Konev, nitrat azotu ($N\text{-}NO_3$) Qrandval-Lyəj, mütəhərrik fosfor (1%-li ammonium karbonatda həll olunan) Maçiqin, mübadiləvi kalium isə Protosov üsulu ilə C.Hüseynovun modifikasiyasında təhlil edilmişdir. Təcrübə iki amilin birləşdirilməsi sxeminə - suvarma rejimi × gübrə norması - əsasən qurulmuşdur.

Təcrübə aşağıdakı sxem üzrə aparılmışdır.
I. Çay bitkisi altında eroziyaya uğramamış podzolu qleyli-sarı torpaqlar: 1. Nəzarət (gübrəsiz); 2.$N_{180}P_{120}K_{90}$+kompost 20 t/ha (fon); 3.Fon+ 5 dəfə vegetasiya suvarması; 4.Fon+ 7 dəfə vegetasiya suvarması; 5.Fon+ 9 vegetasiya suvarması.

II. Çay bitkisi altında orta dərəcədə deqredasiyaya uğramış podzollu qleyli- sarı torpaqlar: 1. Nəzarət (gübrəsiz); 2.$N_{180}P_{120}K_{90}$+kompost 20 t/ha (fon); 3.Fon+ 5 dəfə vegetasiya suvarması; 4.Fon+ 7 dəfə vegetasiya suvarması; 5.Fon+ 9 vegetasiya suvarması.

Təcrübə zamanı region üçün xarakterik olan Lənkəran kompostundan istifadə edilmişdir. Alınan rəqəmsal məlumatlar statistik dispersiya analizi (ANOVA) ilə emal edilmiş, orta qiymətlər 4 təkrarlı sınaq nəticəsinə əsaslanır.

Təhlil və müzakirə. Lənkəran-Astara bölgəsinin dənizkənarı vadisində, cənub hissəsinin alçaq terraslarında, relyefin çökək hissələrində podzol-qleyli-sarı torpaqlar yayılmışdır. Qərbdə bu torpaq növünün yayıldığı zolaq dağətəyi düzənlikdə sarı torpaqlı podzol-qleyli-sarı torpaqlarla, şərqdə isə çox boş ərazilərin bataqlıq torpaqları ilə məhdudlaşır. Bu torpaqlar alçaq Hirkan meşələri altında yaxşı inkişaf etmişdir. Bu meşələrdəki seyrək meşə ayrı-ayrı qruplarda kol şəklində əks olunur. Qeyd olunan torpaqların yayıldığı zonalar intensiv şəkildə mənimsənilmiş və eyni zamanda, təsərrüfat fəaliyyəti ciddi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur.

Bildiyiniz kimi, podzol-qleyli sarı torpaq bölgənin kənd təsərrüfatında geniş istifadə olunan torpaqlardan biridir. Əsasən, subtropik bitkilərdən çay, feyxoa yetişdirilir, bu torpaqlarda isə limon, mandarin, portağal və s. geniş becərilir. Meyvə bağı, tərəvəz bitkiləri yetişdirilir. Son zamanlar təbii və antropogen təsirlər nəticəsində geniş yayılmış eroziya prosesi və nəticədə aqrokimyəvi, aqrofiziki və morfoloji göstəricilər mənfi dəyişikliklərə məruz qalır. Eroziya dərəcəsinin və bu torpaqların məhsuldarlıq qabiliyyətinin və bitkilərin məhsuldarlığının artmasında eroziyanın səbəbi olacaq amillərin təsirinin nəzərə alınması aktual problemlərdən biri hesab olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, eroziya təsiri altında torpağın münbitliyi kəskin şəkildə azalır və nəticədə məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur. Münbitliyin öyrənilməsində əsas məqsəd tədqiqatlar vasitəsilə torpağın müəyyən aqrokimyəvi xüsusiyyətlərini aşkar etməkdir. Bu məqsədlə çay bitkisi altında olan qleyli-sarı torpaqlardan nümunələr götürülmüş və tədqiq edilmişdir. Müxtəlif vegetasiya suvarmaları sayı zəminində Podzollu qleyli-sarı torpaqlarda Lənkəran kompostu və mineral gübrələrin torpaqda qida maddələrinin paylanmasına təsiri tərəfimizdən öyrənilmişdir. Çay bitkisinin vegetasiya dövründə rütubət çatışmazlığı sürgünlərin odunlaşmasına və yarpaq keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur (Həsənov, 2019).

Cədvəldə təqdim olunan məlumatlar göstərir ki, gübrə tətbiqi və vegetasiya dövründə suvarma sayının artırılması torpağın aqrokimyəvi göstəricilərinə müsbət təsir göstərir. Belə ki, humus miqdarı nəzarət variantı ilə müqayisədə 85-99% artmış və suvarma sayının artması ilə üzvi maddələrin mineralizasiyası və sintezi optimallaşmışdır. Bundan başqa, azot rejimdə yaxşılaşmışdır. Nitrat azotu 3.14 → 14.07 mg/kq (0–20 sm) — 4.5 dəfə, ammonium azotu isə 4.28 → 16.52 mg/kq — 3.9 dəfə

artmışdır. Gübrə + suvarmaların azotun mütəhərrik formalarının toplanmasını stimullaşdırmışdır ki, bu da bitkilərin qidalanması üçün əlverişlidir.

Fosforun mütəhərrikliyi ən yüksək dərəcədə artmışdır, bu, torpaq məhlulunda fosfatların miqrasiyasının su rejimi ilə sıx əlaqəli olduğunu göstərir. Bütün variantlarda 0–20 sm qat 20–40 sm qatla müqayisədə daha yüksək göstəricilərə malikdir. Bu, gübrələrin və üzvi maddələrin əsasən səth qatda cəmlənməsi, həmçinin, kök sisteminin fəallığı ilə əlaqədardır.

Cədvəl 1
Müxtəlif vegetasiya suvarmaları sayı zəminində Podzollu qleyli-sarı torpaqlarda Lənkəran kompostu və mineral gübrələrin torpaqda qida maddələrinin paylanmasına təsiri (2025-ci il)

Təcrübənin variantı	**Dərinlik (sm)**	**Humus (%)**	**Torpaqda qida elementlərinin mütəhərrik formaları (mg/kq torpaq)**			
			Nitrat azotu N-NO$_3$	**Udulmuş ammonium azotu N-NH$_4$**	**Mütəhərrik fosfor P$_2$O$_5$**	**Mübadilə olunan kalium K$_2$O**
Nəzarət (gübrəsiz)	0–20	1.82	3.14	4.28	7.35	56.4
	20–40	1.21	1.87	2.64	4.12	38.7
$N_{180}P_{120}K_{90}$ + kompost 20 t/ha (fon)	0–20	2.63	7.82	9.45	18.76	112.3
	20–40	1.74	4.31	5.87	10.24	74.6
Fon + 5 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	2.89	9.16	11.38	22.54	128.7
	20–40	1.96	5.74	7.12	13.88	89.4
Fon + 7 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	3.14	11.43	13.87	26.18	143.5
	20–40	2.18	7.26	9.03	17.42	102.1
Fon + 9 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	3.38	14.07	16.52	30.64	158.9
	20–40	2.41	9.14	11.28	21.37	118.6

Beləliklə, təcrübədə ən optimal variant: Fon ($N_{180}P_{120}K_{90}$ + kompost 20 t/ha) + 7–9 dəfə vegetasiya suvarması olmuşdur ki, bu variantlarda yüksək aqrokimyəvi effektivlik müşahidə olunmuşdur. Baxmayaraq ki, 9 suvarma olduqda ən yüksək nəticə əldə olunmuşdursa da, su resurslarının qənaəti üçün 7 suvarma variantı da kifayət qədər effektiv hesab olunur.

Humusun artımı torpağın strukturu və su tutum qabiliyyətini yaxşılaşdırır ki, uzunmüddətli məhsuldarlıq üçün bu, çox vacib məsələdir. Tədqiqatlarda qeyd edilir ki, torpaq münbitliyinin qorunub saxlanmasında onun üzvi hissəsinin artmasında üzvi gübrələrin rolu çox yüksəkdir (Zamanov, 2009; Islam & Xia, 2026). Beləliklə, deyə bilərik ki, kompleks gübrələmə + rasional suvarma rejimi torpağın münbitliyini bərpa etmək və yüksək məhsul əldə etmək üçün effektiv aqrotexniki tədbirdir. Müxtəlif vegetasiya suvarmaları sayı zəminində orta dərəcədə deqredasiyaya uğramış podzollu-qleyli-sarı torpaqda (çay bitkisi altında) Lənkəran kompostu və mineral qida maddələrinin torpaqda paylanmasına təsir də tərəfimizdən öyrənilmişdir. Cədvəl 2.

Cədvəl 2-nin göstəriciləri orta dərəcədə deqredasiyaya uğramış podzollu-qleyli-sarı torpaqların aşağı başlanğıc qida potensialını açıq şəkildə əks etdirir. Gübrəsiz nəzarət variantında üst 0–20 sm horizontda humusun miqdarı 1,34%, N-NO$_3$ — 2,18 mg/kq, N-NH$_4$ — 3,04 mg/kq, mütəhərrik P$_2$O$_5$ — 5,12 mg/kq, mübadilə olunan K$_2$O — 42,6 mg/kq qeydə alınmışdır. Bu göstəricilər eyni gübrə

rejimindəki eroziyasız torpaqlarla müqayisədə 26–34% aşağı olub, deqradasiya prosesinin qida fondunun aşağı düşməsindəki payını kəmiyyətcə sübut edir. 20–40 sm horizontda N-NO_3 1,26 mg/kq-a, P_2O_5 isə 2,83 mg/kq-a enmişdir ki, bu da yuyulma intensivliyinin alt horizontlarda qida kəsirini dramatik dərəcədə dərinləşdirdiyini göstərir. Kompost + mineral gübrə fonu humus məzmununu 59.7% artırıb. Belə ki, 9 dəfə suvarma ilə bu göstərici nəzarətə nisbətən 2.2 dəfə yüksəlib. Su rejiminin optimallaşması mikroorqanizmlərin fəallığını artıraraq üzvi maddələrin humifikasiyasını stimullaşdırmışdır. Cədvəldən aydın olur ki, nitrat və ammonium formalarının paralel artımı nitrifikasiya və ammonifikasiya proseslərini balanslı edir. Suvarmanın artması ilə torpaq məhlulunda ion miqrasiyası yaxşılaşır, kök zonasında qida elementlərinin əlçatanlığı artır. P_2O_5-nin kəskin artımı (+416%) torpaq kompleksində fosfatların su rejimi ilə desorbsiya olunmasının intensivliyini təsdiqləyir. K_2O-nun artımı (+234%) mübadilə kationlarının suvarma ilə yuxarı qatlarda konsentrasiyasının göstəricisidir. Bütün variantlarda 0–20 sm qatı 20–40 sm-ə nisbətən statistik etibarlı şəkildə daha yüksək göstəricilərə malikdir. Dərinlik artdıqça göstəricilərin azalması müşahidə olunur. Bu, antropogen təsir (gübrə, kompost) və bioloji aktivliyin səth qatda lokalizasiyası ilə izah olunur.

Cədvəl 2

Müxtəlif vegetasiya suvarmaları sayı zəminində orta dərəcədə deqredasiyaya uğramış podzollu-qleyli-sarı torpaqda (çay bitkisi altında) Lənkəran kompostu və mineral qida maddələrinin torpaqda paylanmasına təsiri (2025-ci il)

Təcrübə variantı	**Dərinlik (sm)**	**Humus (%)**	**Torpaqda qida elementlərinin mütəhərrik formaları (mg/kq torpaq)**			
			Nitrat azotu N-NO_3	**Udulmuş ammonium azotu N-NH_4**	**Mütəhərrik fosfor P_2O_5**	**Mübadilə olunan kalium K_2O**
Nəzarət (gübrəsiz)	0–20	1.34	2.18	3.04	5.12	42.6
	20–40	0.87	1.26	1.74	2.83	27.4
$N_{180}P_{120}K_{90}$ + kompost 20 t/ha (fon)	0–20	2.14	6.34	7.68	15.42	96.8
	20–40	1.38	3.47	4.56	8.16	61.3
Fon + 5 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	2.38	7.82	9.43	18.96	112.4
	20–40	1.56	4.68	5.87	11.28	74.7
Fon + 7 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	2.67	9.54	11.72	22.18	127.6
	20–40	1.78	6.13	7.64	14.87	88.2
Fon + 9 dəfə vegetasiya suvarması	0–20	2.93	12.17	14.28	26.43	142.3
	20–40	2.02	7.96	9.82	18.34	104.1

Suvarma sayı ilə humus məzmunu arasında: $r \approx +0.97$. Suvarma sayı ilə N-NO_3 arasında: $r \approx +0.99$. Beləliklə, güclü müsbət korrelyasiya su faktorunun aqrokimyəvi proseslərdə limitləyici rol oynadığını sübut edir. Optimal suvarma rejimi Lənkəranın podzollu-qleyli torpaqlarında çay plantasiyaları üçün 7–9 dəfə vegetasiya suvarması fon gübrələməsi ilə kombinasiyada maksimal aqrokimyəvi effektivlik təmin edir. Kompost + mineral gübrə + rasional suvarma kompleksi humus ehtiyatını bərpa edir, torpağın buffer tutumunu və bioloji aktivliyini yüksəldir ki, bu da öz növbəsində, deqredasiyanın qarşısının alınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir. 7 və 9 suvarma variantları arasında göstəricilər fərqi ~15-20% təşkil etdiyindən, su resurslarının qənaəti üçün 7 suvarma iqtisadi cəhətdən daha əlverişli hesab olunur.

Nəticə

Aparılan müqayisəli təhlilin nəticəsindən aşağıdakı elmi ümumiləşdirmələr aparılmışdır. Orta dərəcədə deqredasiya podzollu-qleyli-sarı torpaqların qida potensialını 26–31% aralığında aşağı salmışdır. Bu azalma bütün qida elementlərini eyni intensivlikdə deyil, diferensial şəkildə əhatə edir: fosforun itkisi azot itkilərindən daha dərin olmuş (30,3% qarşı 30,6%), bu da turşu mühitdə fosfor fiksasiya mexanizmlərinin deqradasiya ilə güclənməsini əks etdirir. Kompost + mineral gübrə sisteminin effektivliyi hər iki torpaq tipini kəmiyyətcə yüksəltmiş, lakin torpaqlar arasındakı mütləq fərqi saxlamışdır. Bununla belə, Lənkəran kompostunun fosforit unu ilə kombinasiyası deqredasiyalı torpaqda mütəhərrik fosfor göstəricisini nəzarətə nisbətən 3,0 dəfə artırmış — bu artım eroziyasız torpaqda (2,55 dəfə) əldə edilən göstəricidən yüksəkdir. Deməli, kompostun turşunu neytrallaşdırıcı effekti daha çox turşulaşmış torpaqlarda daha nəzərəçarpan aqrokimyəvi nəticə verir. Optimal vegetasiya suvarması sayı hər iki torpaq tipi üçün 7 dəfə olaraq müəyyən edilmişdir. Bu variant eroziyasız torpaqda qida elementlərinin mütəhərrik formalarını optimal aralığa çatdırır, nitrat miqrasiyası riskini isə nəzarət altında saxlayır. Deqredasiyalı torpaqda 7 dəfəlik suvarma eyni sxemdə tətbiq edildikdə göstəricilər bir qədər aşağı olsa da, ekoloji baxımdan 9 dəfəlik suvarmaya nisbətən üstünlük qazanır, çünki deqredasiyalı torpağın zəifləmiş strukturu 9 dəfəlik suvarma zamanı nitrat yuyulması riskini eroziyasız torpaqla müqayisədə artırır.

Ədəbiyyat

1. Bağırov, A.Y. (1993). *Azərbaycan çayı.* Azərbaycan Dövlət Nəşriyyatı.
2. Babayev, X.Y. (2018). Azərbaycanın Lənkəran zonasında çayayararlı torpaqların seçilməsi və onlardan səmərəli istifadə edilməsi. *Lənkəran Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət elmləri bölməsi, 1,* 33–39.
3. Həsənov, Z. (2019). Lənkəran-Astara bölgəsinin subtropik torpaq-iqlim şəraitində çay bitkisinin suvarma rejiminin optimallaşdırılması. *Azərbaycan Aqrar Elmi (elmi-nəzəri jurnal), 2,* 34.
4. Quliyev, F. (2011). *Çayçılıq. Dərslik.* Elm.
5. Məmmədov, Q. (2007). *Torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyasının əsasları.* Elm.
6. Məmmədov, M., Cəfərov, V., Mirmövsümova, N.Z. (2023). Üzvi və mineral mənşəli xammalların kənd təsərrüfatında istifadəsi və ekoloji təhlükəsizlik. *AzETN Torpaqşünaslıq və aqrokimya institutu, Lənkəran dövlət Unversiteti. Heydər Əliyevin aqrar elmin inkişafında rolu. Mövzusunda elmi praktiki konfrans, 168–171.*
7. Zamanov, P. B. və b. (2009). Yerli üzvi gübrələrin torpaq münbitliyinə və kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına təsiri. *Torpaqşünaslıq və Aqrokimya əsərlərinin toplusu, XVIII cild, 544–550.*
8. Özcan, H., Kara, Z. (2019). Çay torpaqlarının verimlilik analizi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, 14*(1), 45.
9. Islam, M.S., Xia, S. (2026). *Biochar–soil–tea nexus*. Springer, Cham, Biochar.
10. Li, Y., Wu, J. et al. (2018). Tea planting affects soil acidification and nitrogen and phosphorus distribution in soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment. Elsevier, 254,* 20–25.
11. Wang, L., Chen, Y. et al. (2024). Nitrogen utilization and loss of the tea plantation system. *Agronomy. MDPI, Basel, 14*(2), 392.
12. Xu, S., Zhou, S. et al. (2017). Manipulation of nitrogen leaching from tea field soil. Environmental Science and Pollution Research. *Springer, 24*(36), 27833–27842.
13. Zhang, Y., Li, X. et al. (2022). Soil nitrate leaching of tea plantation and its responses to seasonal drought and wetness scenarios. *Agricultural Water Management. Elsevier, 260*(107325).
14. Zheng, S., Ni, K., Chai, H. et al. (2024). Comparative research on monitoring methods for nitrate nitrogen leaching in tea plantation soils. *Scientific Reports. Nature Publishing Group, 14*(20747)