

**ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПО ПРИРОДНО-ПОЧВЕННЫМ ЗОНАМ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ****AVAILABLE MOISTURE STORAGE IN THE NATURAL-SOIL ZONES
OF THE ALTAI REGION AND ITS INFLUENCE ON SPRING WHEAT YIELDS**

Ключевые слова: запасы продуктивной влаги, яровая пшеница, природно-почвенные зоны Алтайского края.

Приводятся результаты исследований современного состояния формирования запасов продуктивной влаги к началу вегетации растений и определения их влияния на урожайность яровой пшеницы по природно-почвенным зонам Алтайского края. В результате исследований показано, что наблюдается резкая дифференциация в накоплении продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу вегетации по природно-почвенным зонам и соответствует категориям от плохих запасов в зоне каштановых почв сухих степей (65-81 мм) до очень хороших запасов в зоне выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (173-193 мм) и в зоне черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (174-194 мм). По результатам информационно-логического анализа представлена наиболее вероятная урожайность яровой пшеницы, соответствующая конкретным интервалам запасов влаги, а также сделан прогнозный вывод о наиболее вероятной урожайности яровой пшеницы по природно-почвенным зонам Алтайского края, характерной для современных почвенно-климатических условий.

Keywords: available moisture storage, spring wheat, natural-soil zones of the Altai Region.

This paper discusses the research findings on the current state of available moisture storage formation at the beginning of growing season and the determination of their influence on spring wheat yields in the natural-soil zones of the Altai Region. It is shown that there is a stark differentiation in the available moisture accumulation in one-meter soil layer by the beginning of growing season in the natural-soil zones. This differentiation corresponds to such categories as poor moisture storage in the chestnut soil zone of the dry steppes (65-81 mm) and very good moisture storage in the leached chernozem zone and gray forest soil zone of the middle forest-steppe (173-193 mm), and in the chernozem zone of the foothill plains, foothills and low mountains of the Altai Region (174-194 mm). According to the results of the information-logical analysis, the most probable spring wheat yield is presented; it corresponds to the specific intervals of moisture storage; the forecast on the most probable spring wheat yields characteristic of the current soil-climatic conditions in the natural-soil zones of the Altai Region has been made.

Максимова Нина Борисовна, к.с.-х.н., доцент, каф. природопользования и геоэкологии, географический фак-т, Алтайский государственный университет. E-mail: ggwork@mail.ru.

Тарасова Светлана Борисовна, нач. отдела агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов, Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал, ФГБУ «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» г. Барнаул. E-mail: ggwork@mail.ru.

Морковкин Геннадий Геннадьевич, д.с.-х.н., проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии, проректор по научной работе, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggwork@mail.ru.

Арнаут Дарья Васильевна, ассистент, каф. природопользования и геоэкологии, географический фак-т, Алтайский государственный университет. E-mail: ggwork@mail.ru.

Maksimova Nina Borisovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ggwork@mail.ru.

Tarasova Svetlana Borisovna, Head, Division of Agrometeorology and Agrometeorological Forecasts, Altai Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch, West-Siberian Dept. for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Barnaul. E-mail: ggwork@mail.ru.

Morkovkin Gennadiy Gennadyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector for Research, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: ggwork@mail.ru.

Arnaut Darya Vasilyavna, Asst., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ggwork@mail.ru.

Введение

Продуктивность сельскохозяйственных культур во многом определяется их влагообеспеченностью, важной составляющей которой являются запасы продуктивной влаги перед началом вегетации растений [1-5].

В настоящее время, в связи с наблюдаемыми изменениями климата, рядом исследователей [6-9] обращается особое внимание на территориальные особенности изменения увлажнения ландшафтов разных природных зон России. В общем резюме второго оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [10] констатируется, что в последней четверти XX – начале XXI вв. для формирования продуктивности сельскохозяйственных культур в России благоприятными факторами оказались рост теплообеспеченности, повышение средней температуры холодного периода года, увеличение продолжительности вегетационного периода. Изменения увлажненности территории сельскохозяйственных регионов в целом были также благоприятны, кроме отдельных районов Сибири и Центрального Черноземного региона.

В докладе отмечено, что при потеплении и недостаточном увлажнении и увеличении хозяйственной нагрузки на степи изменения климата в будущем могут способствовать опустыниванию. Негативным следствием потепления климата также является смещение к северу и востоку зон обитания и массового размножения некоторых вредителей и зон распространения возбудителей болезней сельскохозяйственных растений.

Согласно перспективным оценкам [10], климатические условия будут способствовать аграрному производству до середины XXI в., но к концу века эти условия начнут ухудшаться.

В связи с вышеизложенным актуальной является оценка современного состояния формирования запасов продуктивной влаги к началу вегетации растений и определения их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур по природно-почвенным зонам Алтайского края.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования явились запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, сформировавшиеся к 1-й декаде мая, и урожайность яровой пшеницы.

Исходными данными для написания работы послужили фондовые материалы Алтайского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (основными источниками информации являются Агromетеорологические ежегодники) и статистические бюллетени «Посевные площади и валовой сбор урожая сельскохозяйственных культур в Алтайском крае». Оценка запасов продуктивной влаги проведена по 28 метеорологическим станциям, действующим на территории Алтайского края и расположенным в следующих природно-почвенных зонах и подзонах: в зоне каштановых почв сухих степей (I); в зоне черноземов засушливой и умеренно засушливой степи (II) в подзонах (IIa) южных черноземов засушливой степи и (IIб) обыкновенных черноземов умеренно засушливой и колочной степей; в зоне выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (III); в зоне черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (VI) [11].

Сопряженные данные наблюдений за 15-летний период (2003-2017 гг.) были обработаны методами математической статистики по Н.А. Плохинскому [12], информационно-логическим методом анализа по Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкину [13].

Результаты и их обсуждение

Накопление влаги в почве по природно-почвенным зонам определяется климатическими особенностями конкретных территорий. Алтайский край характеризуется существенной неоднородностью рельефа, наличием равнинных и горных ландшафтов, значительной протяженностью территории с севера на юг и с запада на восток, при этом горы на юге и востоке края определяют смещение природных зон к юго-востоку, быстрое и резкое изменение агроклиматических условий на небольших расстояниях [14].

Сохраняя всюду черты резкой континентальности, климат края отличается значительным разнообразием по территории. С запада на восток увеличивается количество атмосферных осадков (от 250-300 до 600 мм в год), с северо-востока на юго-запад и юг увеличивается количество тепла (от 2200° до 2700° положительных температур в возможный период вегетации, когда температура воздуха выше 5°С) [15].

По нашим данным [9, 16, 17], в Алтайском крае наблюдаются процессы изменения климата. Так, за период 1964-2009 гг. наблюдается рост годовой суммы осадков и количества осадков за вегетационный период на фоне роста суммы температур и увеличения продолжительности вегетационного периода за счет смещения дат перехода температуры воздуха через 10°С на более ранние сроки весной и на более поздние осенью. Меняются показатели комплексных коэффициентов и индексов, отражающих условия влагообеспеченности территории.

Растения нормально развиваются только при постоянном и достаточном количестве влаги в почве. Для растений доступна та часть почвенной влаги, которая может быть усвоена в процессе жизнедеятельности. Доступную влагу называют продуктивной, так как она используется на формирование урожая. Продуктивная влага в почве находится в интервале влажности ВЗ – НВ (влажность завядания – наименьшая влагоемкость) [18].

Оптимальные запасы продуктивной влаги (по А.М. Шульгину) в метровом слое почвы в период вегетации растений находятся в среднем в пределах от 100 до 200 мм [19]. Как избыточная влажность (более 250 мм), так и недостаточная (менее 50 мм) отрицательно сказываются на развитии растений и их урожайности. В этом случае неэффективными становятся различные агроприемы, направленные на повышение урожая сельскохозяйственных культур (внесение удобрений, известкование и др.) [18]. Запасы продуктивной влаги оцениваются по шкале (табл. 1).

Приводятся результаты расчетов и характеристика весенних запасов продуктивной влаги по

природно-почвенным зонам за последний временной период (табл. 2).

Таблица 1
Шкала оценки запасов продуктивной влаги (в мм) в слое почвы 0-100 см [20]

Качественная оценка запасов влаги	Запасы влаги, мм
Очень хорошие	> 160
Хорошие	160-130
Удовлетворительные	130-90
Плохие	90-60
Очень плохие	< 60

В зоне каштановых почв сухих степей (I) формируются наименьшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы (65-81 мм), что соответствует категории плохих запасов. В подзоне (IIa) южных черноземов засушливой степи запасы к весне запасы влаги удовлетворительные, а в подзоне (IIб) обыкновенных черноземов умеренно засушливой и колочной степей – хорошие. Очень хорошими запасами продуктивной влаги в весенний период характеризуются зоны выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (III) и черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (VI).

В таблице 2 приведены следующие статистические показатели: M – средняя арифметическая; лимит $M \pm tm$, где t – критерий Стьюдента при заданной вероятности, m – ошибка среднего. Лимит $M \pm tm$ показывает границы доверительного интервала средней арифметической в генеральной совокупности. V – коэффициент варьирования, n – объем выборки.

Запасы продуктивной влаги весной в зоне сухой степи и в подзоне засушливой степи характеризуются значительным варьированием по годам (коэффициент вариации 41-37%), что может указывать на нестабильную обстановку по увлажнению в ряду лет (рис.) и варьированию возможной урожайности сельскохозяйственных культур.

Оценка динамики запасов продуктивной влаги и трендов их изменений по годам и природно-почвенным зонам (рис.) дает возможность говорить о тенденции увеличения запасов влаги в по-

следние годы в зонах выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (III) и черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (VI), что определенным образом согласуется с расчетами, проведенными нами ранее [9], где указывалось, что в умеренно теплом, влажном, горном агроклиматическом районе за период 1964-2009 гг. наблюдается рост годовой суммы осадков и количества осадков за вегетационный период, причем увеличение количе-

ства осадков за вегетацию проходит более интенсивно, чем в других районах.

Для оценки влияния запасов продуктивной влаги в весенний период на формирование урожайности яровой пшеницы нами был использован информационно-логический анализ сопряженных данных наблюдений за 15-летний период, который позволяет установить специфические (наиболее вероятные) состояния функции по значению фактора-аргумента.

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги по природно-почвенным зонам (среднее за 2003-2017 гг.), мм

Природно-почвенная зона	Запас продуктивной влаги, мм (M)	Лимит P=0,95 M±tm	V, %	n
I	73	65-81	41	54
IIa	111	102-120	37	73
IIб	136	129-143	27	116
III	183	173-193	20	47
VI	184	174-194	23	68

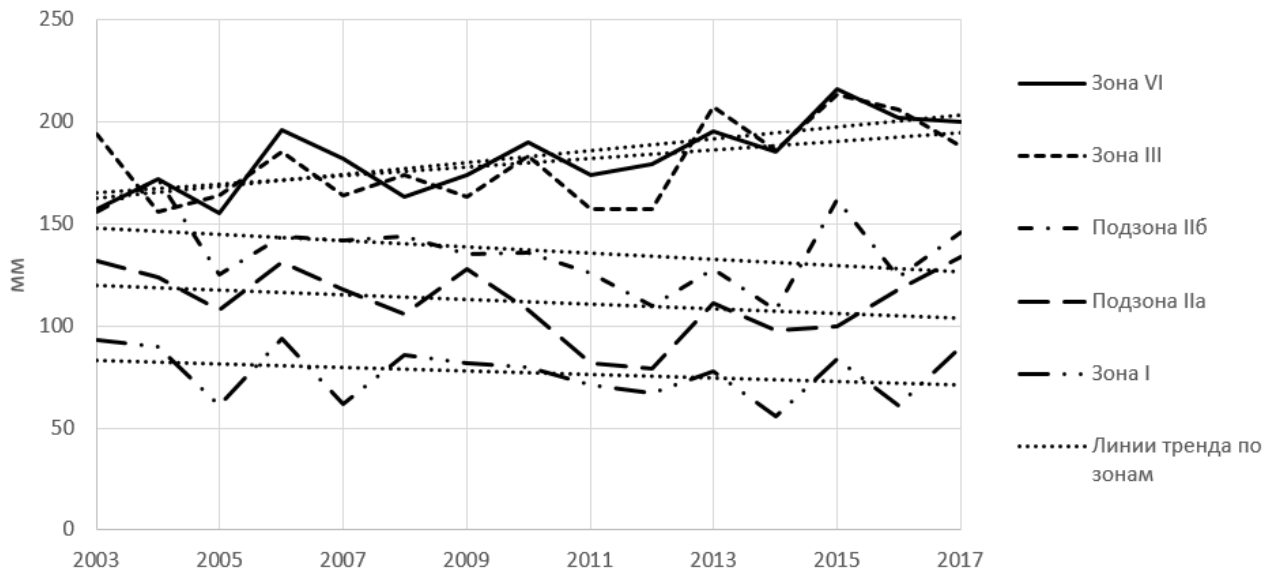


Рис. Динамика весенних запасов продуктивной влаги за 2003-2017 гг. по природно-почвенным зонам

Таблица 3

Специфические (наиболее вероятные) значения урожайности яровой пшеницы в зависимости от весенних запасов продуктивной влаги

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм	Вероятная урожайность яровой пшеницы, ц/га	
	пределы колебаний	средняя
40-80	4-8	6
80-120	8-12	10
120-160	8-16	12
160-200	12-20	16
200-240	16-20	18

В таблице 3 представлена наиболее вероятная урожайность яровой пшеницы, соответствующая конкретным интервалам запасов влаги. Вместе с тем необходимо учитывать, что влагообеспеченность растений и их продуктивность во многом определяются количеством и характером временного распределения вегетационных осадков.

Рассчитанные нами коэффициенты корреляции между вегетационными осадками и урожайностью яровой пшеницы по природно-почвенным зонам (в зоне I = 0,63; подзоне IIa = 0,47; подзоне IIб = 0,27; зоне III = 0,21 и в зоне VI = 0,28) свидетельствуют о значительном влиянии атмосферных осадков на формирование урожая яровой пшеницы именно в зоне сухой степи и несколько меньшее в зоне засушливых степей.

Таким образом, при обобщении данных, представленных в таблицах 2 и 3, можно ориентироваться, что в современных почвенно-климатических условиях наиболее вероятная урожайность яровой пшеницы по природно-почвенным зонам Алтайского края (в средних значениях для каждой территории) может сформироваться в следующих пределах: для зоны I – 4-8 ц/га, подзоны IIa – 8-12 ц/га; подзоны IIб – 8-16 ц/га; для зон III и VI – 12-20 ц/га.

Библиографический список

1. Ирмулатов Б.Р., Власенко А.Н. Повышение влагообеспеченности агроценозов и урожайность культур в условиях Павлодарского Прииртышья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 2 (255). – С. 5-12.
2. Кураченко Н.Л., Картавых А.А., Ржевская Н.И. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 5. – С. 58-63.
3. Серебряков В.Ф. Роль весенних запасов продуктивной влаги и атмосферных осадков в формировании урожая озимой пшеницы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 63-67.
4. Максимова Н.Б. Почвенно-климатические ареалы продуктивности зерновых культур Алтай-

ского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1995. – 19 с.

5. Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 296 с.
6. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. Изменение индикаторов соотношения тепла и влаги, биопроductивности в зональных равнинных ландшафтах России во второй половине XX в. // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 3. – С. 19-28.
7. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. Динамика границ зон увлажнения суббореальных ландшафтов России в XX-XXI веках // Известия РАН. Серия географическая. – 2011. – № 4. – С. 33-41.
8. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. Тенденции увлажнения зернового пояса России в начале XXI века // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 251-264.
9. Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Динамика влагообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (139). – С. 77-81.
10. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М.: Росгидромет, 2014. – 58 с.
11. Бурлакова Л.М., Татаринцев Л.М., Расыпнов В.А. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Алтайский СХИ. – Барнаул, 1988. – 72 с.
12. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
13. Пузаченко Ю.Т., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. Сер. мед. география / ВНИТИ. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.
14. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области). – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 155 с.
15. Сляднев А.П. Очерки климата Алтайского края. – Барнаул, 1958. – 139 с.
16. Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка изменения продолжительности вегетационного периода по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 49-53.

17. Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка изменения теплообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (138). – С. 53-58.

18. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др. / под ред. И.С. Кауричева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.

19. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000. – 416 с.

20. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

References

1. Irmulatov B.R., Vlasenko A.N. Povyshenie vlagobespechennosti agrotsenozov i urozhaynost kultur v usloviyakh Pavlodarskogo Priirtyshya // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2017. – Т. 47. – № 2 (255). – С. 5-12.

2. Kurachenko N.L., Kartavykh A.A., Rzhetskaya N.I. Zapasy produktivnoy vlagi v agrotsenozakh pshenitsy, vozdeleyvaemykh po resursoberegayushchim tekhnologiyam // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 5. – С. 58-63.

3. Serebryakov V.F. Rol vesennikh zapasov produktivnoy vlagi i atmosferykh osadkov v formirovaniy urozhaya ozimoy pshenitsy // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2013. – № 4 (32). – С. 63-67.

4. Maksimova N.B. Pochvenno-klimaticheskie arealy produktivnosti zernovykh kultur Altayskogo kraya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 1995. – 19 s.

5. Chirkov Yu.I. Agrometeorologiya. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 296 s.

6. Zolotokrylin A.N., Cherenkova E.A. Izmenenie indikatorov sootnosheniya tepla i vlagi, bioproduktivnosti v zonalnykh ravninnykh landshaftakh Rossii vo vtoroy polovine XX v. // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. – 2006. – № 3. – С. 19-28.

7. Zolotokrylin A.N., Cherenkova E.A. Dinamika granits zon uvlazhneniya subborealnykh landshaftov Rossii v KhKh-KhKh vekakh // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. – 2011. – № 4. – С. 33-41.

8. Zolotokrylin A.N., Cherenkova E.A. Tendentsii uvlazhneniya zernovogo poyasa Rossii v nachale XXI veka // Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. – 2013. – Т. 25. – С. 251-264.

9. Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. Dinamika vlagobespechennosti territorii po agroklimatekim rayonam Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 5 (139). – С. 77-81.

10. Vtoroy otsenochnyy doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. Obshchee rezюме. – М.: Rosgidromet, 2014. – 58 s.

11. Burlakova L.M., Tatarintsev L.M., Rassypnov V.A. Pochvy Altayskogo kraya: uchebnoe posobie / Altayskiy SKhI. – Barnaul, 1988. – 72 s.

12. Plokhinskiy N.A. Biometriya. – М.: Izd-vo MGU, 1970. – 367 s.

13. Puzachenko Yu.T., Moshkin A.V. Informatsionno-logicheskiy analiz v mediko-geograficheskikh issledovaniyakh // Itogi nauki. Ser. med. Geografiya / VINITI. – М., 1969. – Vyp. 3. – С. 5-71.

14. Agroklimateicheskie resursy Altayskogo kraya (bez Gorno-Altayskoy avtonomnoy oblasti). – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 155 s.

15. Slyadnev A.P. Ocherki klimata Altayskogo kraya. – Barnaul, 1958. – 139 s.

16. Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. Otsenka izmeneniya prodolzhitelnosti vegetatsionnogo perioda po agroklimatekim rayonam Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – С. 49-53.

17. Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. Otsenka izmeneniya teploobespechennosti territorii po agroklimatekim rayonam Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 4 (138). – С. 53-58.

18. Pochvovedenie / I.S. Kaurichev, N.P. Panov, N.N. Rozov i dr. / pod red. I.S. Kauricheva. – 4-е изд., pererab. i dop. – М.: Agropromizdat, 1989. – 719 s.

19. Kovriго V.P., Kaurichev I.S., Burlakova L.M. Pochvovedenie s osnovami geologii. – М.: Kolos, 2000. – 416 s.

20. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – 3-е изд., pererab. i dop. – М.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

