

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ХАКАСИИ

BIOCLIMATIC POTENTIAL OF FALLOW LANDS OF KHAKASSIA

Кутькина Н.В., кандидат биол. наук, с.н.с., руководитель группы агропочвоведения и землепользования

Еремина И.Г., кандидат биол. наук, н.с. группы агропочвоведения и землепользования

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии»

(ФГБНУ «НИИАП Хакасии»)

655132, Россия, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с.

Зеленое, ул. Садовая, 5

E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

Kutkina N.V., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of Agrology and Land Use Group

Eremina I.G., Candidate of Biological Sciences, Researcher at Agrology and Land Use Group

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia"

ul. Sadovaya 5, Zelenoe, Ust-Abakansky district, Republic of Khakassia, 655132, Russia

E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

В настоящее время значительная часть пахотных земель Хакасии (41,1%) находится в залежном состоянии, а длительно используемые истощены или подвергнуты дефляции и эрозии. Для более точной оценки продуктивности залежных земель в целях их освоения необходимо вычисление нормативной урожайности (Ун) на основе климатических показателей и современного качества почв. Исследованы залежные земли (законсервированная пашня 1996–1998 годов) в разных географических районах черноземной зоны Хакасии на широтах от 52,7 до 54,6. Определен биоклиматический потенциал: коэффициент континентальности климата варьирует от резкого до крайне континентального (193–226), коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову в лесостепи недостаточно увлажненный (1,01–0,98), а в настоящей степи — засушливый (0,67–0,85). Агроклиматический потенциал (АП) черноземной зоны республики варьирует от 4,1 до 5,9 и в среднем в 2 раза ниже базового значения (АП 10). По биоклиматическим показателям (АП и Ун) в республике выделено три разных района: 1) лесостепной (АП — 5,6 и Ун — 2,2–3,1 т/га); 2) предгорно-степной Западного Саяна (4,9 и 2,2–2,5 т/га); 3) предгорно-степной Кузнецкого Алатау и Алтайский центрально-степной (АП — 4,1 и Ун — 0,9–1,8 т/га). Качество почв уменьшается в ряду: лесостепь предгорий Западного Саяна и низкогорий Батеневского кряжа > настоящая степь предгорий Западного Саяна > лесостепь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая степь центральной части республики (Алтайский район). Таким образом, устойчивое производство зерновых культур возможно в первых двух агроклиматических районах. Черноземы, развитые на золотых отложениях и засоленные в средней степени с низким биоклиматическим потенциалом (АП — 4,1; Ун — 1,1 т/га) являются ограниченно пахотнопригодными для освоения. Пахотное использование возможно при проведении почвозащитных и мелиоративных мероприятий для производства кормов с высокой долей многолетних трав в структуре пашни.

Ключевые слова: Хакасия, степь, лесостепь, чернозем, залежь, агроклиматический потенциал, нормативная урожайность.

Введение

При решении проблемы оптимизации сельскохозяйственного освоения земель в настоящее время и в перспективе важное значение имеет изучение влияния изменяющихся климатических условий на продуктивность земель. Анализ их раскрывает те особенности природных факторов, которые оказывают непосредственное влияние на сельскохозяйственное производство.

В связи с неоднородностью подстилающей поверхности (неровности рельефа, наличие крупных водоемов, лесных массивов) в пределах одной климатической зоны можно выделить большое число «микроклиматических» зон, существенно различающихся между собой по радиационному, тепловому и водному балансам, т.е. по климатическому потенциалу, следовательно, и по условиям

Currently, a significant part of arable lands of Khakassia (59%) is in the fallow state, and the overutilized lands are depleted, or subjected to deflation and erosion. For a more accurate assessment of the productivity of fallow lands for their development, it is necessary to calculate the normative yield (Un) on the basis of climatic indicators and modern soil quality. The research was carried out on fallow lands (preserved arable lands, 1996–1998) in different geographical areas of the Chernozem zone in Khakassia, at latitudes of 52.7 to 54.6. The bioclimatic potential was established: the coefficient of continentality of the climate varies from hard to extremely continental (193–226), the moisture ratio according to N.N. Ivanov in the forest steppe is not enough moistened (1.01–0.98), in the true steppe — arid (0.67–0.85). The Agroclimatic potential (AP) of the Chernozem zone in the Republic varies from 4.1 to 5.9, and on average 2 times lower than the base value (AP 10). According to the bioclimatic indicators (AP and Un), there are three different areas in the Republic: 1) forest steppe (AP — 5.6 and Un — 2.2–3.1 t/ha); 2) foothill steppe of Western Sayan (4.9 and 2.2–2.5 t/ha); foothill steppe of Kuznetsk Alatau and Altai central steppe (AP — 4,1 and Un — 0,9,1,8 t/ha). The quality of the soils degrades in the following order: foothill-steppe of Western Sayan and low-hill terrain steppe of Batenevsky Ridge > true foothill steppe of Western Sayan > foothill steppe of Kuznetsk Alatau > true foothill steppe of Kuznetsk Alatau > true steppe of the Central part of the Republic (Altaysky District). Thus, sustainable production of grain crops is possible in the first two agro-climatic regions. Chernozem developed from aeolian deposits and averagely salted with low bioclimatic potential (AP — 4.1; Un — 1.1 t/ha) is limited arable land for the development. The use of arable lands for the production of feed with a high proportion of perennial grasses is possible only after soil-protective and meliorative activities.

Key words: Khakassia, steppe, forest steppe, Chernozem, deposit, agroclimatic potential, yield.

произрастания сельскохозяйственных культур [1]. Основными климатическими факторами, влияющими на плодородие почв, являются тепло- и влагообеспеченность. Плодородие же почв, являющееся производным климата, может быть одинаковым с продуктивностью климата лишь в составе целинных земель. В настоящее время значительная часть пахотных земель находится в залежном состоянии (41,1% в Хакасии), а длительно используемые — истощены или подвергнуты дефляции и эрозии [2]. Поэтому для более точной оценки продуктивности залежных земель в целях их освоения необходимы вычисления нормативной урожайности на основе климатических показателей при современном качестве почв, что будет представлять собой продуктивность непосредственно земель на фоне определенных климатических условий.

Цель работы — определить биоклиматический потенциал залежных земель черноземной зоны Хакасии для оценки их продуктивности.

Методика

Республика Хакасия расположена на юге Средней Сибири, является частью Алтае-Саянской горной области. Ее территория вытянута в меридиональном направлении от 51°20' до 55°27' с.ш., принадлежит трем крупным геоморфологическим регионам: Кузнецкому нагорью, Западному Саяну и Минусинской котловине, площадь составляет 61,6 тыс. км² [3]. Абсолютные высоты колеблются от 250 до 2800 м над уровнем моря. Рельеф поверхности вносит значительные коррективы в зональную циркуляцию атмосферы, благодаря чему формируются местные типы климата, часто имеющие резко различную характеристику [4]. Климат характеризуется резко выраженной континентальностью, холодной продолжительной, малоснежной зимой (5 месяцев), коротким жарким летом, сухой, ветреной весной и большими колебаниями температуры и осадков.

На землях сельскохозяйственного назначения преобладают черноземы обыкновенные (79%) [5]. Общая площадь пашни по состоянию 01.01.2017 года составляет 650,6 тыс. га [6], посевная площадь сельскохозяйственных культур — 268 тыс. га (41%), а площадь законсервированной пашни (залежной) больше на 18% посевной (382,6 тыс. га).

Исследования проведены на постагродогенных черноземах Хакасии, подвергнутых консервации в 1996–1998 годах. Агроэкологический потенциал (АП) или агроклиматический, характеризующий влияние климатических условий на урожайность зерновых культур, рассчитывали по формуле И.И. Карманова [7]:

$$АП = \sum t > 10^\circ (КУ - P), \\ KK + 10,0,$$

где $\sum t > 10^\circ$ — среднегодовая сумма температур выше 10 °С; КУ — коэффициент увлажнения (отношение показателей количества годовых осадков к испаряемости); P — поправка к КУ; KK — коэффициент континентальности климата рассчитывается по формуле:

$$KK = 360 (t^\circ \max - t^\circ \min), \\ \varphi + 10,$$

где $t^\circ \max$ — средняя температура самого теплого месяца; $t^\circ \min$ — средняя температура самого холодного месяца; φ — широта местности.

Изменение показателя агроэкологического потенциала АП на 0,5 единиц и более служит основанием для выделения новых агроклиматических оценочных подзон [8].

Определение продуктивности пашни путем расчета показателей нормативной урожайности для зерновых культур проводили в разрезе почвенных разновидностей по формуле:

$$Ун = 33,2 \times 1,4 \times АП \times K1 \times K2 \times K3 \times K4, \\ 10,0$$

где Ун — нормативная урожайность зерновых культур, ц/га; АП — величина местного агроэкологического потенциала для зерновых культур (по И.И. Карманову); 10,0 — базовое значение величины АП; 33,2 — нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам нормальных зональных технологий при базовом значении АП (10,0);

1,4 — коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; K1...K4 — поправочные коэффициенты (на содержание гумуса в пахотном слое, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины в пахотном слое, негативные свойства почв и т.д.) [8].

Результаты исследований

Черноземная зона (лесостепь и степь) в Хакасии располагается на широтах от 52,7 до 54,6°, расчетный коэффициент континентальности климата варьирует от резкого (193–212) до крайне континентального (217–226) (табл. 1).

Среднегодовое количество осадков по Н.Н. Иванову лесостепи недостаточно увлажненный (1,01–0,98), а в настоящей степи — засушливый (0,67–0,85). За период с 1941 по 2000 годы (60 лет) климат в Хакасии потеплел на 1,2 °С, и наибольший прирост среднегодовой температуры воздуха происходил в конце двадцатого века с 1981 по 2000 годы [9], что с одной стороны является весьма желательным фактором повышения биоклиматического потенциала региона, с другой стороны, такие изменения сопровождаются увеличением риска проявления неблагоприятных явлений (раннелетних засух, экстремальных температурных перепадов; частоты зимних оттепелей). Наиболее опасными для произрастания сельскохозяйственных культур являются почвенные засухи. Так, за период с 2002 по 2012 годы в сухостепной зоне увеличилась их повторяемость по сравнению с периодом 1993–2001 годов: в мае — на 54,5%, в июне — на 45,4%, в июле — на 27,3% [10], что ограничивает ведение здесь эффективного богарного земледелия, существенно усложняет задачи управления продуктивностью агроценозов и плодородием почв. Таким образом, вовлечение законсервированных земель в севооборот необходимо проводить в более благоприятных условиях территории республики.

Расчеты показали, что агроклиматический потенциал (АП) залежных земель в черноземной зоне республики варьирует от 4,1 до 5,9, и в среднем он в 2 раза ниже базового значения (АП 10). По климатическим показателям и качественному состоянию почв в черноземной зоне республики выделено 3 почвенно-климатических района: лесостепной (АП 5,6); предгорно-степной Западного Саяна (4,9); предгорно-степной Кузнецкого Алатау и центрально-степной Алтайского района (4,1) (табл. 1). Агроклиматический потенциал настоящей степи предгорий Западного Саяна ниже лесостепной части на 0,7 единиц, а еще ниже он (на 1,5) в степи предгорий Кузнецкого Алатау. Большая сухость у последних объясняется основным переносом воздушных масс с юго-запада и запада. Воздушные массы при движении вниз по восточным склонам Кузнецкого Алатау, нагреваются и, опускаясь на дно котловины, оказывают иссушающее действие на степи, поэтому здесь выпадает меньшее количество осадков [4].

Качество почв также уменьшается в ряду: лесостепь предгорий Западного Саяна и низкогорий Батеневского кряжа > настоящая степь предгорий Западного Саяна > лесостепь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая холмистая степь центральной части Хакасии (Алтайский район).

Расчетная потенциально возможная нормативная урожайность зерновых культур в лесостепной зоне составила: 2,9–3,1 т/га — на черноземах среднемощных тяжелосуглинистых и 2,2–2,8 т/га — на маломощных слабоэродированных. В настоящей степи зависимость нормативной урожайности зерновых культур от кли-

Таблица 1.

Агроклиматические показатели в разных районах черноземной зоны Хакасии (2015 год)

Местоположение участка	Широта местности φ	Σt > 10 °С	Среднемесячная температура воздуха самого теплого и холодного месяцев		Среднеголетняя сумма осадков в год, мм	КУ	КК	АП
			t° max	t° min				
Лесостепь предгорий Кузнецкого Алатау (Орджоникидзевский район)								
«Устинкино» «Кагаево»	54,6 54,6	1600	17,8	-16,8	410	1,01	193	5,5
Низкогорная лесостепь Батеневского отрога Кузнецкого Алатау (Боградский район)								
«Полиндейка»	54,4	1700	18,0	-18,9	400	0,98	206	5,4
Лесостепь предгорий Западного Саяна (Бейский, Таштыпский районы)								
«Табат»	52,8	1800	18,2	-16,8	450	0,99	201	5,9
«Имек»	52,7	1700	17,2	-18,4	440	1,02	204	5,7
Настоящая степь предгорий Западного Саяна (Бейский, Алтайский районы)								
«Нива», холмисто-увалистая степь	53,0	1800	18,2	-16,8	374	0,82	200	4,9
«Означенное», равнинно-долинная степь	53,1	1900	18,9	-19,1	380	0,77	217	4,7
«Очурь», слабоволнисто-долинная степь	53,1	1900	18,9	-19,1	400	0,83	217	5,0
Настоящая степь (холмистая часть территории Алтайского района)								
«Алтайское»	53,4	1950	19,4	-20,5	350	0,70	226	4,1
Настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау (Боградского и Ширинского районов)								
«Сарагашское»	54,4	1700	18,0	-20,0	336	0,77	212	4,2
«Борец»	54,3	1700	17,6	-18,8	320	0,74	204	4,1

Таблица 2.

Агроклиматические показатели в разных районах черноземной зоны Хакасии (2015 год)

Хозяйство, населенный пункт	Тип, подтип почвы	АП	Мощность гумусового слоя, см	Содержание гумуса, %	Физ. глина, %	Каменистость, карбонатность, засоление	Супеси и пески почвообразующих пород	Нормативная урожайность, т/га
«Табатское» Табат	Чернозем оподзоленный	5,9	36	7,7	52,1			3,00
	Чернозем выщелоченный		46	6,3	50,3			3,01
	Чернозем обыкновенный		38	5,8	48,8			2,84
«Таштыпское» Имек	Чернозем выщелоченный	5,7	50	7,2	66,4			3,08
	Чернозем обыкновенный		30	4,6	46,7			2,50
Лесостепь предгорий Кузнецкого Алатау (Орджоникидзевский район, Боградский районы)								
Устинкино Кагаево	Чернозем обыкновенный	5,5	40	4,4	40,4	средняя кам. нет		2,24
	Чернозем обыкновенный		38	5,0	38,6			2,49
«Бородинское» Полиндейка	Чернозем обыкновенный	5,4	40	7,5	58,4			2,90
	Чернозем обыкновенный		31	7,2	58,6			2,69
Настоящая степь предгорий Западного Саяна (Бейский, Алтайский районы)								
«Нива» Бея	Чернозем обыкновенный (склон ю.э.)	4,9	33	4,8	46,3			2,20
	Чернозем обыкновенный (с.э.)	4,9	38	7,2	49,0			2,47
«Новокурское»	Чернозем обыкновенный (долина)	4,7	45	6,8	57,7			2,45
«Очурское»	Чернозем обыкновенный (долина)	5,0	42	5,6	52,6			2,23
Настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау (Ширинского и Боградского районов)								
«Целинное» Борец	Чернозем обыкновенный	4,1	42	4,0	24,7			1,70
	Чернозем обыкновенный		24	3,4	25,9			1,46
«Андриановский» Сарагаш	Чернозем южный (склон ю.в.)	4,2	33	3,4	37,3	нет карбонаты слаб. засоление сред. засоление		1,70
	Чернозем южный карбонатный (ю.в.)		32	3,2	34,5			1,57
	Чернозем южный солончаковатый (ю.в.)		40	5,1	38,6			1,83
	Чернозем южный солончаковатый (ю.э.)		33	2,3	21,4			0,95
Настоящая степь холмисто-увалистой территории Алтайского района								
«Алтайское» Белый яр	Чернозем обыкновенный карбонатный (с.э)	4,1	40	2,6	29,9		супесь и песок -//-	1,26
	Чернозем обыкновенный карбонатн. (ю.э.)		40	2,0	29,9			1,20

Примечание. Склон ю.э. — южной экспозиции, с.э. — северной экспозиции, ю.в. — юго-восточной экспозиции.

матических показателей прямо пропорциональная, а в лесостепи южной части Хакасии она больше зависит от потенциала плодородия почв, в северной — от теплообеспеченности и плодородия (табл. 2). Так, в предгорной степи Западного Саяна нормативная урожайность зерновых в сравнении с лесостепью в среднем снижается на 0,6 т/га, а в сравнении с лесостепью предгорий Кузнецкого Алатау она равнозначная (2,3 т/га), несмотря на большую увлажненность у последней. Черноземы обыкновенные настоящей степи предгорий Западного Саяна имеют большую мощность гумусового горизонта и содержание гумуса (см. табл. 2).

В холмистой настоящей степи центральной части территории Хакасии нормативная урожайность самая низкая (1,26 т/га — на склоне северной экспозиции и 1,20 — на южной), еще ниже она на засоленных черноземах южных в холмисто-сопочной степи (см. табл. 2). Таким образом, черноземы, развитые на эоловых отложениях и засоленные в средней степени являются ограниченно пахотнопригодными для освоения. Пахотное использование возможно при проведении почвозащитных и мелиоративных мероприятий для производства кормов с высокой долей многолетних трав в структуре пашни.

Выводы

Таким образом, на основании климатических показателей, качественного состава залежных земель выделено 3 разных почвенно-климатических района, опре-

деляющих ассортимент и нормативную урожайность сельскохозяйственных культур:

1. Лесостепь предгорий Западного Саяна, Батеневского края, Кузнецкого Алатау.

2. Настоящая степь предгорий Западного Саяна.

3. Настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау и Алтайской центральной части Хакасии.

Качество почв уменьшается в ряду: лесостепь предгорий Западного Саяна и низкогорий Батеневского края > настоящая степь предгорий Западного Саяна > лесостепь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая степь предгорий Кузнецкого Алатау > настоящая степь центральной части республики (Алтайский район).

В связи с тенденцией повышения аридности климата в Хакасии осваивать законсервированные черноземы необходимо, прежде всего, в благоприятных климатических условиях лесостепи и предгорных районах настоящей степи, где агроклиматический потенциал составляет 4,7 и 5,9 единиц; количество атмосферных осадков — 370–450 мм в год и нормативная урожайность зерновых культур — 2,2–3,0 т/га.

Черноземы, развитые на эоловых отложениях и засоленные в средней степени с низким биоклиматическим потенциалом ($AP = 4,1$; $Ун = 1,1$), являются ограниченно пахотнопригодными для освоения. Пахотное использование возможно при проведении почвозащитных и мелиоративных мероприятий для производства кормов с высокой долей многолетних трав в структуре пашни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисецкий Ф.Н., Чепелов О.А. Климатическая обусловленность почвообразования в Центральном Черноземье // Вестник ВГУ. — 2003. — № 2. — С. 15–23.
2. Куткина Н.В., Еремина И.Г. Плодородие почв Хакасии // Почвы Сибири: особенности функционирования, использования и охраны: матер. науч. конф., посвященной 90-летию д-ра с.-х. наук, проф. П.С. Бугакова / под общ. ред. В.В. Чупровой, Н.Г. Рудого, Н.Л. Кураченко; КрасГАУ. — Красноярск, 2012. — С. 24–29.
3. Градобоев Н.Д. Природные условия и почвенный покров левобережной части Минусинской впадины // Почвы Минусинской впадины. — Вып. 3. — М.: Наука, 1954. — С. 7–183.
4. Чижикова Н.М. Климатическое районирование Хакасии: автореф. дис. ... канд. географических наук. — Томск, 1972. — 23 с.
5. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. — Новосибирск: ВО «Наука»; Сибирская изд. фирма, 1993. — 256 с.
6. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2016 г. / Департамент по охране окружающей среды Министерства промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. — Абакан, 2017. — 214 с.
7. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв // Теоритические основы и пути регулирования плодородия почв. — М.: Агропромиздат, 1991. — С. 161–233.
8. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / под общ. ред. Сапожникова П.М., Носова С.И. — М.: ООО «НИПКЦ ВОСХОД — А», 2012. — 157 с.
9. Донская О.Л., Николаева З.Н. Экологическая оценка агроэкосистем юга Средней Сибири. — Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2008. — 176 с.
10. Николаева З.Н. Современная динамика почвенных за-сух в условиях сухостепной зоны Хакасии // Мат. межд. науч. конф. «Почвы засушливых территорий их рациональное использование, предотвращение деградации и опустынивания» (25–28 июля 2013 г., г. Абакан) / Российская академия сельскохозяйственных наук, Сиб. отд., НИИ аграрных проблем Хакасии, МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», Хакасское, Иркутское, Красноярское, Омское, Томское и Тувинское отделения. — Абакан: Кооператив «Журналист», 2013. — С. 297–301.

REFERENCES

1. Lisetsky F.N., Chepelov O.A. Climatic conditionality of soil formation in the Central Black Earth Region // Bulletin of VSU. 2003. № 2. P. 15–23.
2. Kutkina N.V., Eremina I.G. Soil Fertility of Khakassia // Soils of Siberia: features of functioning, use and protection: mater. scientific Conf., dedicated to the 90th anniversary of dr. s.-h. sciences, prof. P.S. Bugakova / under total. ed. V.V. Chuprova, N.G. Rudoy, N.L. Kurachenko; KrasGAU. Krasnoyarsk, 2012. P. 24–29.
3. Gradoboev N.D. Natural conditions and soil cover of the left-bank part of the Minusinsk depression // Soils of the Minusinsk Depression. V. 3. M.: Science, 1954. 183 p.
4. Chizhikova N.M. Climatic zoning of Khakassia: author. dis. ... cand. geographical sciences. Tomsk, 1972. 23 p.
5. Tanzybaev M.G. Soils of Khakassia. Novosibirsk: IN "Science", Siberian ed. firm, 1993. 256 p.
6. State report on the state of the environment of the Republic of Khakassia in 2016 / Department of Environmental Protection of the Ministry of Industry and Natural Resources of the Republic of Khakassia. Abakan, 2017. 214 p.
7. Shishov L.L., Durmanov D.N., Karmanov I.I., Yefremov V.V. Soil-ecological assessment and soil assessment // Theoretical foundations and ways to regulate soil fertility. M.: Agropromizdat, 1991. P. 161–233.
8. State cadastral valuation of agricultural land of the Russian Federation / Under the general editorship of P.M. Sapozhnikov, S.I. Nosova. M.: LLC "NIPKTS VOSKHOD — A", 2012. 157 p.
9. Donskaya O.L., Nikolaeva Z.N. Environmental assessment of agroecosystems in the south of Central Siberia. Abakan: Publishing House of KSU named after N.F. Katanova, 2008. 176 p.
10. Nikolaeva Z.N. Modern dynamics of soil droughts in the conditions of the dry-steppe zone of Khakassia: Int. scientific conf. "Soils of dry territories, their rational use, prevention of degradation and desertification" (July 25–28, 2013, Abakan) / Russian Academy of Agricultural Sciences, Sib. Separate., Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, the IPO "Society of soil scientists named. V.V. Dokuchaeva", Khakass, Irkutsk, Krasnoyarsk, Omsk, Tomsk and Tuva offices. Abakan: Cooperative "Journalist", 2013. — P. 297–301.