

содержание в растениях, что несомненно положительно. Наиболее активно проявила себя п.о.с. селеном, что позволило снизить концентрацию хрома в 1,5 раза, в то время как применение кремния всего в 1,1 раза.

2. Содержание тяжелых металлов в зерне ячменя, мг/кг

Условия увлажнения	п.о.с.	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr
Контроль	H ₂ O	0,45	4,1	23,0	4,3	19,6	3,3
	Se	0,13	4,0	23,7	3,5	6,8	2,9
	Si	0,22	4,3	28,1	5,1	10,6	3,2
	Se + Si	0,15	4,3	20,7	3,7	9,1	3,1
	2(Se+Si)	0,20	4,2	22,7	3,8	7,8	3,5
Недостаток влаги	H ₂ O	0,23	4,6	29,2	1,2	4,0	3,9
	Se	0,22	4,3	30,7	1,7	5,0	3,9
	Si	0,07	4,4	24,8	2,6	10,0	4,3
	Se + Si	0,04	4,2	21,7	1,4	7,0	4,3
	2(Se+Si)	0,09	4,4	28,4	2,7	7,3	4,2

Влияние предпосевной обработки семян ячменя изучавшимися элементами на накопление отдельных тяжелых металлов в полученном зерне (табл. 2), было более заметным по сравнению с накоплением в соломе. Так, например, при оптимальном увлажнении на концентрацию меди в зерне существенно влияло применение селена, селена совместно с кремнием и их двойной дозы - в среднем она снизилась в 1,2 раза. В случае с никелем, все испытанные п.о.с. так же отрицательно влияли на его накопление, но наиболее выражено селен - содержание никеля в этом случае в зерне ячменя снизилось почти втрое.

В условиях почвенной засухи следует отметить, что применение совместно селена и кремния снизило накопление в зерне ячменя кадмия в 3 раза, только кремния - в 2 раза и двойной дозы селена с кремнем - в 2,3 раза в сравнении с контрольным вариантом. На содержание

цинка заметно влияла обработка семян селеном с кремнием, а также только кремнием, снизившая его концентрацию в зерне. На снижение концентрации в зерне ячменя свинца, меди, никеля и стронция испытанные микроэлементы не оказали положительного воздействия.

Заключение. Наиболее выраженную роль в накоплении тяжелых металлов в растениях ячменя оказала предпосевная обработка семян селеном, активно проявляя себя в случае аккумуляции кадмия в зерне при оптимальных условиях выращивания. Несколько меньше она была при совместной обработке селеном и кремнием и их двойной дозой, что отчетливо проявляется при накоплении растениями никеля в зерне в условиях достаточного увлажнения и кадмия при недостатке влаги.

Литература

1. Аристархов, А.Н. Приоритеты применения различных видов, способов и доз микроудобрений под озимые и яровые сорта пшеницы в основных природно-сельскохозяйственных зонах России / А.Н. Аристархов, Н.Н. Бушуев, К.Г. Сафонова // *Агрохимия*. – 2012. – №9. – С. 26–40.
2. Верниченко, И.В. Изучение проекторного действия Se, Si, и Zn на устойчивость зерновых культур к почвенной засухе / Верниченко, И.В. Яковлев П.А. // *Агрохимический вестник*. – 2014. – № 4. – С. 14–17.
3. Журбицкий, З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий. – М.: Наука, 1968. – 266 с.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продуктивных растениеводства (изд. 2-е, перераб. и дополненное). – 1992.
5. Практикум по агрохимии/ Под ред. В.В. Кидина. – М.: КолосС, 2008. – 601 с.
6. Шагитова, М.Н. Фитотоксичность тяжелых металлов / М. Н. Шагитов // *Мат. межд. науч.-практ. конф. «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях»*. – Минск, 2007. – С. 225–229.

INFLUENCE OF PRESOWING SEEDS TREATMENT WITH SELENIUM AND SILICON ON ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN BARLEY PLANTS UNDER DROUGHT CONDITIONS

A.A. Lapushkina

RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, E-mail: noisia4u@yandex.ru

The effect of presowing seed treatment with selenium and silicon on the accumulation of a number of heavy metals by barley grain (Hordeum distichon) of the Nadezhniy grade was studied. The effect of the tested trace elements on the content of cadmium, lead, zinc, copper, nickel and chromium in the products and by-products under optimal conditions and water stress is discussed.

Key words: selenium, silicon, heavy metals, protective effect.

УДК 631.51

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Х.А. Хусайнов, к.б.н., А.В. Тунтаев, Т.М. Мищенко, Чеченский НИИСХ
366021, Чеченская республика, Грозненский район, пос. Гикало, ул. Ленина, д. 1
E-mail: haron-h14@mail.ru**

Приведены результаты исследований по агроэкологической оценке почвенно-климатических условий сухостепной зоны Чеченской Республики в рамках выполнения государственного задания по разработке основ адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Рассматривались следующие аспекты: агроклиматическое районирование территорий, изменение коэффициента увлажнения и теплообеспеченности лета в зависимости от высоты над уровнем моря, характеристики зимнего и безморозного периодов, годовое количество осадков, плодородие почв, система орошения. В процессе исследований выявлена зависимость формирования продуктивности культур от определенных факторов. В частности, установлено, что основными факторами, способствовавшими невысокой урожайности полевых культур являются: условия недостаточного увлажнения (III агроклиматический район) и засушливости климата (II агроклиматический район), жаркое лето с частыми суховеями и дефицит осадков в период вегетации полевых культур, в основном низкий уровень плодородия почв, система орошения, требующая

должного обеспечения. На основе полученных результатов даны рекомендации по выращиванию полевых культур с учетом их биологических особенностей, повышению уровня плодородия почв, в том числе системе применения удобрений в условиях сухостепной зоны Чеченской Республики. Например, на каштановой почве, при планируемой урожайности озимой пшеницы 4 т/га из почвы выносятся до 110 кг азота, 40 фосфора и 100 кг калия. Учитывая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и повышенную – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе $N_{100} P_{50} K_{60}$. Кроме того, необходимо повышать содержание гумуса практически во всех типах почв, например, посевом сидератов (вико-овсяная смесь, рапс и др.). Особое внимание обращается на необходимость обязательного орошения, имеющего первостепенное значение в сухостепной зоне республики, условиях острого дефицита влаги в почве.

Ключевые слова: сухостепная зона, почвенно-климатические условия, агроклиматический район, плодородие почв, элементы питания, удобрение почв, теплообеспеченность, влагообеспеченность, засухоустойчивые культуры, жаростойкие сорта.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.17

Выявление региональных особенностей изменения климата, уровня плодородия почв и их влияния на характер ведения сельскохозяйственного производства в крайне неоднородных почвенно-климатических условиях Чеченской Республики представляет научный и практический интерес. Почти половина площади пашни здесь расположена в сухостепной зоне. Основная часть сельскохозяйственных угодий и почти все пахотные земли исследуемой зоны находятся в равнинной, открытой для суховеев части.

Система земледелия Чеченской Республики, особенно сухостепной зоны, эффективна только при орошении, так как практически все посевные площади, расположенные в данной природно-климатической зоне, находятся в условиях рискованного земледелия. При этом наибольшую актуальность приобретает зависимость климата от соседства с Терско-Кумской низменностью и восточных ветров с Каспийского моря и Среднеазиатских пустынь.

Кроме того, одним из основных факторов повышения урожайности полевых культур является неукоснительное соблюдение агротехнологических требований, связанных в первую очередь с повышением уровня плодородия почв и поддержанием в них положительно-го баланса питательных веществ.

Цель исследований - разработать основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия в условиях сухостепной зоны Чеченской Республики для эффективного использования земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве.

Научная новизна состоит в том, что впервые разрабатываются основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия для различных зон Чеченской Республики.

Методика. Исследования проводили на территории сухостепной зоны Чеченской Республики, согласно методическим пособиям и рекомендациям [1-4].

Сухостепная зона с каштановыми и черноземными почвами охватывает территорию Надтеречной равнины, от правобережья реки Терек до Терского хребта (надтеречная, притеречная части Грозненского и Надтеречного районов), которая, согласно агроклиматическому районированию, относится к третьему (III) агроклиматическому району [1, 4] и добурунные левобережные террасы реки Терек [4] с каштановыми и светло-каштановыми почвами [3] (в пределах Наурского района), расположенные в границах второго (II) агроклиматического района [1].

Сухостепная зона с луговыми, лугово-аллювиальными и влажно-луговыми почвами включает придельтовую и дельтовую части реки Терек (прите-

речная часть Шелковского района) и территорию Гудермесского района, расположенную на Гудермесской плоскости [4]. Данная территория относится к третьему (III) агроклиматическому району [1].

Второй (II) агроклиматический район характеризуется неоднородным и засушливым климатом (северная часть зоны находится в менее благоприятных условиях, чем южная). Коэффициент увлажнения – 0,15-0,18 (в пределах высот 0-100 м) (табл. 1). Зима умеренно теплая, малоснежная (табл. 2), лето жаркое, продолжительное, сумма активных температур за вегетационный период – 3700-3900°C (табл.3). Часто повторяются засухи и суховеи. Среднегодовая температура воздуха + 11,4 °C. Максимальная температура воздуха доходит до + 42°C. За год выпадает 300-400 мм осадков, а за вегетационный период – 200-300 мм. Небольшое количество осадков и значительная испаряемость создают дефицит влаги в почве. Безморозный период в зависимости от высоты над уровнем моря – 195-200 дней.

Третий (III) агроклиматический район характеризуется недостаточным увлажнением: коэффициент увлажнения (КУ) равен 0,20-0,22 – в пределах высот 0-100 м и 0,22-0,26 – в пределах высот 100-200 м (табл.1), умеренно теплой зимой с неустойчивым снежным покровом (табл. 2), жарким и продолжительным летом, сумма активных температур за вегетационный период составляет 3600-3800°C (табл. 3). Среднегодовая температура воздуха +11°C. Максимальная температура воздуха доходит до +41°C. Зима малоснежная, с морозами до -32°C. Зона в значительной степени подвержена засухам и суховеям. С октября по март выпадает до 40% осадков. Максимум приходится на май-июнь. Годовое количество осадков составляет 350-450 мм. Большая часть осадков (250-350 мм) выпадает за вегетационный период в виде кратковременных ливней, недостаточно промачивающих почву. Безморозный период, в зависимости от высоты над уровнем моря, составляет 190-200 дней [1].

Результаты и их обсуждение. По характеру изменения коэффициента увлажнения (КУ) с высотой на территории Чеченской Республики выделено пять агроклиматических районов.

В соответствии с агроклиматическим районированием сухостепная зона располагается в пределах второго (II) и третьего (III) агроклиматических районов (табл. 1) [1].

По условиям суровости зимы сухостепная зона располагается в подрайоне А. В этом подрайоне зима умеренно мягкая, сумма температур воздуха ниже 0°C составляет 150-600 °C, продолжительность периода с температурой воздуха ниже 0°C - 70-130 дней.

1. Изменение коэффициента увлажнения в зависимости от высоты над уровнем моря

Предел высот над уровнем моря, м	Коэффициент увлажнения (КУ)	Предел высот над уровнем моря, м	Коэффициент увлажнения (КУ)
II агроклиматический район – засушливый		III агроклиматический район – недостаточного увлажнения	
0-100	0,15 - 0,18	0-100	0,20-0,22
		100- 200	0,22-0,26

По теплообеспеченности лета в зависимости от высоты над уровнем моря исследуемая зона располагается в подрайоне а.

Температура - необходимый фактор роста и развития растений. В разные периоды вегетации все культуры предъявляют неодинаковые требования к температурному режиму [6]. Вместе с тем, для сухостепной зоны характерно жаркое лето с частыми суховеями в период вегетации полевых культур, где сумма температур воздуха выше 10°C – 3600-3900°C, а средняя месячная температура воздуха в июле составляет 23-25°C. Это, в свою очередь, способствует интенсивному испарению влаги из пахотного и даже подпахотного слоев почвы, вследствие чего она покрывается глубокими трещинами. В итоге все это на фоне небольшого количества осадков за вегетационный период вносит свой весомый «вклад» в копилку лимитирующих факторов, снижающих урожайность полевых культур (табл. 2).

2. Агрохимическая характеристика основных типов почв сухостепной зоны ЧР (по данным САС «Чеченская»)

Типы почв	pH _{вод}	Гумус, % (по Тюрину)	Азот нитратный, (ионометрическим методом)	Фосфор подвижный по Мачигину	Калий подвижный
			мг/100 г		
Каштановые	8,1	3,2	0,8	1,5	31
Черноземные	8,0	3,0	0,8	0,8	26
Луговые карбонатные	8,3	3,1	0,9	2,9	34
Лугово-аллювиальные	8,1	3,1	0,6	1,0	64
Влажно-луговые	7,2	2,6	0,7	0,6	20

Важным фактором, влияющим на рост и развитие растений, является также их обеспеченность необходимой влагой, особенно в начале вегетации.

Озимые культуры, например, до 70% всей влаги, потребляемой за вегетацию, расходуют в период от весеннего отрастания до колошения, 20% – в период от цветения до восковой спелости зерна. Они лучше используют осенние и зимние запасы влаги, чем яровые культуры [6].

Основной источник влаги для растений – необходимое количество атмосферных осадков за вегетационный период, с которыми, как видно из приведенных выше соответствующих показателей агроклиматического районирования, в сухостепной зоне острый дефицит.

Существенное влияние на рост и развитие, следовательно, и урожайность культур оказывает также плодородие почв.

Основными типами почв в сухостепной зоне республики являются: каштановые, черноземные, луговые карбонатные, лугово-аллювиальные, влажно-луговые

[3], агрохимическая характеристика которых приведена в таблице 4.

Данные по агрохимической характеристике почв показывают низкое содержание в них гумуса, нитратного азота и подвижного фосфора практически во всех почвах, кроме луговых карбонатных, где содержание среднее. Что касается подвижного калия, то его содержание высокое на лугово-аллювиальных, повышенное – на каштановых и луговых карбонатных, среднее – на черноземных и низкое – на влажно-луговых почвах. Все эти показатели, наряду с неблагоприятными агроклиматическими факторами исследуемой территории, коррелируют с низкой урожайностью основных полевых культур (табл. 3).

3. Урожайность основных полевых культур в сухостепной зоне ЧР, ц/га [5]

Полевая культура	Грозненский р-н	Надтеречный р-н	Наурский р-н	Шелковской р-н	Гудермесский р-н
Озимая пшеница	17,4	17,9	13,8	18,8	19,7
Яровой овес	20,5	19,4	19,0	13,9	19,1
Кукуруза на зерно	15,3	-	3,8	34,0	-
Подсолнечник	7,3	6,7	9,5	4,5	5,5
Люцерна (сено)	48,1	11,1	18,4	11,7	14,8
Рис	-	-	-	33,9	27,2

Для решения данной проблемы необходимо: повысить содержание гумуса в почвах при помощи посева оптимальных в данных условиях сидератов (вико-овсяная смесь, рапс и др.), обеспечить положительный баланс элементов питания за счет внесения требуемых доз минеральных удобрений, определяемых с использованием соответствующего коэффициента интенсивности баланса питательных веществ в почве (Иванов, Завалин и др., 2005). При этом нужно учитывать вынос (в кг/га) планируемыми урожаями каждой культуры азота, фосфора и калия из почвы, а также степень ее обеспеченности этими макроэлементами.

Например, на каштановой почве при планируемой урожайности озимой пшеницы 40 ц/га из почвы выносятся до 110 кг азота, 40 фосфора и 100 кг калия. Учитывая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и повышенную – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе N₁₀₀ P₆₀ K₆₀.

На черноземе при планируемой урожайности подсолнечника 30 ц/га из почвы выносятся до 141 кг азота, 48 фосфора и 558 кг калия. Учитывая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и среднюю – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе N₁₄₀ P₆₀. По разным данным, после уборки подсолнечника на поле остается до 90% калия со стеблями растений. Кроме того, несмотря на потребление значительного количества калия, на черноземных почвах подсолнечник не реагирует на внесение калийных удобрений, так как в этих почвах большие запасы природного калия.

На луговой карбонатной почве при планируемой урожайности ярового овса 30 ц/га из почвы выносятся до 78 кг азота, 30 фосфора и 69 кг калия. Учитывая среднюю обеспеченность почвы азотом, фосфором и повышенную – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе N₆₀ P₄₀ K₄₀.

На лугово-аллювиальной почве при планируемой урожайности кукурузы на зерно 50 ц/га из почвы выносятся до 140 кг азота, 60 фосфора и 130 кг калия. Учи-

тая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и высокую – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе $N_{140} P_{80} K_{80}$.

На влажно-луговой почве при планируемой урожайности риса 40 ц/га из почвы выносятся до 100 кг азота, 48 фосфора и 130 кг калия. Учитывая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе $N_{100} P_{60} K_{130}$.

На каштановой почве при планируемой урожайности люцерны на сено 30 ц/га из почвы выносятся до 63 кг азота, 32 фосфора и 75 кг калия. Учитывая низкую обеспеченность почвы азотом, фосфором и повышенную – калием, минеральные удобрения необходимо вносить в дозе $N_{60} P_{40} K_{50}$.

Поскольку районы сухостепной зоны находятся в условиях рискованного земледелия, возделываемые земли нуждаются в обязательном орошении.

Практика показывает, что яровые культуры (ячмень, овес) нередко испытывают дефицит влаги в критические периоды развития и очень требовательны к орошению. По данным многолетних исследований, проведенных в 70-80-ых годах прошлого века научными сотрудниками НИИ люцерны и рапса (ныне Чеченский НИИСХ), установлено, что в этой зоне даже только одно орошение способно увеличить урожай кукурузы с 16 до 89 ц/га, сорго кормового с 19 до 34 и проса с 16 до 27 ц/га.

Заключение. 1. Выявленные неблагоприятные агроклиматические факторы (жаркое лето с частыми суховеями, дефицит влаги в почве в критические периоды вегетации растений) угнетают рост и развитие расте-

ний, что заметно снижает продуктивность полевых культур.

2. При соблюдении агротехнологических требований, в том числе по использованию осенних и зимних запасов влаги из почвы, в сухостепной зоне региона можно успешно выращивать засухоустойчивые и жаростойкие сорта озимых зерновых культур.

3. Яровые культуры в данной зоне весьма отзывчивы на орошение и нуждаются в поливах. В связи с этим, необходимо ускорить темпы проводимых мероприятий по восстановлению и введению в строй оросительных систем.

4. Поскольку содержание гумуса и обеспеченность почв элементами питания (NPK) в основном низкие (кроме калия), рекомендуется вносить удобрения, а также проводить посев оптимальных сидератов для повышения уровня плодородия почв и обеспечения в них положительного баланса питательных веществ.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Кабардино-Балкарской, Северо-Осетинской, Чечено-Ингушской АССР. - Ленинград: Агrometeoizdat, 1980. - 270 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий/ Под ред. В.И. Кириушина, А.Л. Иванова. - М.: Росинформагротех, 2005. - 784 с.
3. Головлев, А.А. Почвы Чечено-Ингушетии/А.А. Головлев, Н.М. Головлева. - Грозный: Книга, 1990. - 352 с.
4. Кожуховский, С.Н. Система ведения сельского хозяйства Чечено-Ингушской АССР/С.Н. Кожуховский, И.М. Анчербак, Н.К. Лалыменко, Б.Ю. Цароев и др. - Грозный: Чечено-Ингушское книжное издательство, 1984. - 383 с.
5. Министерство сельского хозяйства Чеченской Республики [официальный сайт]. - URL: <http://www.mcx-chr.ru/> (дата обращения: 03.09.2018).
6. Основы земледелия и растениеводства/Под ред. Никляева В.С. - М.: Агропромиздат, 1990. - 479 с.

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF DRY STEPPE ZONE OF THE CHECHEN REPUBLIC

Kh.A. Khusainov, A.V. Tuntaev, T.M. Mishchenko

Chechen Research Institute of Agriculture, Lenina ul. 1, 36602 IGikalo settlement, Grozny district, Chechen Republic, Russia, E-mail: haron-h14@mail.ru

The results of research on agroecological assessment of soil and climatic conditions of the dry steppe zone of the Chechen Republic, conducted in the framework of the state task to develop the foundations of adaptive landscape farming system are shown. The following problems were considered: agro-climatic zoning of territories, change in the coefficient of moisture and heat supply of summer depending on the height above sea level, characteristics of winter and frost-free periods, annual rainfall, soil fertility, irrigation system. The research revealed dependence of formation of productivity of crops from certain factors. In particular, we can say that the main factors contributing to low crop yields are: insufficient moisture (for the third agro-climatic region) and aridity of the climate (for the second agro-climatic region), hot summers with frequent dry winds and lack of precipitation during the growing season of field crops, mainly low soil fertility, irrigation system that requires proper maintenance. On the basis of the obtained results, the authors give recommendations for the cultivation of field crops, taking into account their biological characteristics, increasing the level of soil fertility, including the system of fertilizer application in the dry steppe zone of the Chechen Republic. For example, on chestnut soil, with the planned yield of winter wheat 4 t/ha from the soil is taken to 112 kg of nitrogen, 40 kg of phosphorus and 100 kg of potassium, given the low availability of soil nitrogen, phosphorus and increased – potassium, mineral fertilizers should be made in the norm $N_{100} P_{50} K_{60}$. In addition, it is necessary to increase the humus content on almost all types of soils, for example, sowing of green manure (vika-oat mixture, rape, etc.). Special attention is paid to the necessity of compulsory irrigation, which is of paramount importance in the dry steppe zone of the Republic, under conditions of acute shortage of moisture in the soil.

Keywords: dry steppe zone, soil and climatic conditions, agro-climatic region, soil fertility, nutrients, soil fertilizer, heat supply, moisture, drought-resistant crops, heat-resistant varieties.

List of sources

1. Agroclimatic resources of the Kabardino-Balkarian, North Ossetian, Chechen-Ingush ASSR. - Leningrad: Agrometeoizdat, 1980. - 270 p.
2. Agroecological assessment of lands, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agro-technologies/Edited by V.I. Kiryushin, A.L. Ivanov. - Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2005. - 784 p.
3. Golovlev, A.A. Soil of Checheno-Ingushetia/A.A. Golovlev, N.M. Golovlyova. - Grozny: Chech. - Ing. izd.- polygraph. Association "Kniga", 1990. - 352 p.
4. Kozhukhovskiy, S.N. The system of agricultural management of the Chechen-Ingush ASSR/S.N. Kozhukhovskiy, I.M. Ancherbak, N.K. Lalyomenko, B.Y. Tsaroyev et al. - Grozny: The Chechen-Ingush Book Publishing House, 1984. - 383 p.
5. Ministry of Agriculture of the Chechen Republic [official website]. - URL: <http://www.mcx-chr.ru/> (reference date: 03/09/2018).
6. Fundamentals of agriculture and crop production/Ed. Niklyayev V.S. - Moscow: Agropromizdat, 1990. - 479 p.