

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СУПЕСЧАНЫХ БУРОЗЕМАХ

*О.А. Анциферова, к.с.-х.н., Калининградский
государственный технический университет*

Тренд к увеличению количества осадков в Калининградской области приводит к развитию водной эрозии, снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: осадки, водная эрозия, урожайность.

В сравнении с другими регионами европейской части России, расположенными в лесной зоне, Калининградская область отличается высокими среднегодовыми

температурами и количеством осадков: средние многолетние климатические показатели составляют, соответственно, (1881-1980 гг.) 7,1⁰С и 711 мм [1]. Сумма температур воздуха за период с температурой выше +10⁰С достигает 2200-2300⁰С [2].

Цель исследований – изучить интенсивность водной эрозии и продуктивность сельскохозяйственных культур в

современных климатических условиях.

Методика. Для анализа использованы данные метеостанции г. Калининграда по осадкам и температуре. Изучали: почвенный покров в ходе детального картографирования; интенсивность процессов водной (дождевой) эрозии методом пассивного эксперимента в природе [3]; агрохимические показатели с определением по методикам для таежно-лесной зоны; учет урожайности на площадках 1 м² в 5-кратной повторности для каждого почвенного ареала при выровненном состоянии посевов и 7-кратной – при выраженных вариациях по высоте и густоте. Обмолот вручную, учет урожая без производственных потерь.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время наблюдается увеличение количества осадков и среднегодовой температуры воздуха (табл. 1).

1. Климатические показатели (г. Калининград)

Показатель	Годы														
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
t, °C*	7,9	8,7	9,5	9,0	10,1	8,9	8,2	8,0	8,6	8,9	9,1	8,1	6,9	8,4	7,7
Σ _{ос.} , мм**	1020	665	616	870	688,1	832,7	749,7	702,5	680,5	1129,0	826,4	841,2	722,0	909,6	1070

*Среднегодовая температура воздуха. **Сумма осадков за год.

Большое количество осадков выпадает в июле и/или августе (табл. 2). В последнее десятилетие количество осадков за апрель-август значительно превышало среднемноголетнее значение (325 мм) в пяти случаях. Особенно сырыми выдались полевые периоды 2007, 2011 и 2012 гг. Количество дней с осадками (дождями) было максимальным в 2011 и 2012 гг. В большинстве лет среднемесячная температура воздуха за вегетационный период превышала условную норму.

Количество осадков за осенний период 2000–2012 гг. превышено в 10 случаях, причем существенно (свыше 50 мм) в 8 случаях при среднемноголетнем значении 208 мм. Наиболее дождливые октябрь и/или ноябрь вследствие частого прохождения циклонов над Балтийским морем. Среднемесячные температуры всего осеннего периода положительные, в большинстве случаев превышающие среднемноголетние значения, особенно в ноябре.

Несколько лет были с повышенными температурами зимних месяцев, прежде всего декабря и января (среднемноголетние значения –0,9 и –3,1⁰С). В 2000-2011 гг. декабрь с положительной среднемесячной температурой отмечен 7 раз (2000, 2003 – 2004, 2006 -2008, 2011 гг.). Январские температуры были положительными в 2002, 2005, 2007 и 2008 гг. Все среднемесячные температуры зимы 2007-2008 гг. были положительными (при этом суммарно выпало

188 мм осадков). В январе 2012 г. 16 дней выдались с плюсовыми среднесуточными температурами.

Тренд к увеличению количества осадков приводит к ускоренному развитию водной эрозии на пахотных землях. На территории Калининградской области распространен холмисто-моренный рельеф с чередованием асимметричных холмов и разнообразием форм склоновых поверхностей. Холмы имеют преимущественно короткие склоны – 100–200 м (по классификации Заславского) [3]. Форма склонов варьирует от прямых и выпуклых до сложных (ступенчатых, выпукло-вогнутых) с наличием микроложбин.

Интенсивность эрозии и урожайность сельскохозяйственных культур изучали на ключевом участке «Светлогорский». Почвенный покров поля состоит из несмытых супесчаных буроземов на плоских повышениях, слабосмытых почв на пологих склонах, средне- и сильносмытых почв на покатых и покато-крутых склонах и из намытых почв в понижениях. Ливневые осадки особенно опасны для почв под озимыми зерновыми осенью и весной, до фазы выхода в трубку. Отсутствие структуры у супесчаных буроземов приводит к быстрому смыву почвы, образованию линейных форм эрозии (глубоких промоин). Вертикальному впитыванию влаги препятствует сильно уплотненный подпахотный горизонт. Равновесная плотность сложения в слое 20–35 см на ключевом участке составляет 1,67–1,75 г/см³.

2. Агроклиматические условия

Показатель	Месяц	Годы									
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Количество осадков, мм	IV	41,0	23,0	40,0	23,6	19,5	57,3	1,0	9,3	34,0	63,0
	V	22,2	44,0	33,2	52,6	124,9	14,1	66,6	77,1	52,3	62,2
	VI	54,0	70,0	60,8	69,0	76,7	50,6	69,5	44,3	40,2	89,9
	VII	145,3	79,5	53,2	29,6	196,2	59,3	60,6	95,6	201,2	197,0
	VIII	134,6	77,3	196,5	111,1	155,7	154,9	117,1	126,0	97,7	72,2
	Сумма	397,1	293,8	383,4	285,9	573,0	336,2	314,8	352,3	425,4	484,3
Число дней с осадками	IV	Не определяли		9	13	5	12	1	6	7	12
	V			12	14	10	6	9	18	15	7
	VI			16	8	13	12	19	10	14	21
	VII			10	6	20	15	17	11	21	24
	VIII			8	17	19	17	12	22	17	17
	Сумма			55	58	67	62	58	67	74	81

Среднемесячная температура, °C	IV	6,0	8,8	7,5	7,2	7,8	8,2	9,4	7,1	9,0	7,9
	V	11,4	12,4	12,0	13,0	13,8	12,4	12,3	11,8	12,6	12,9
	VI	17,6	15,1	15,0	16,3	17,8	16,4	15,0	16,0	17,2	15,0
	VII	21,3	17,0	19,3	21,1	16,9	18,3	18,9	21,2	18,4	18,6
	VIII	19,9	18,8	16,8	17,8	18,3	17,9	17,4	19,4	17,7	17,3

Реакция среды пахотного слоя варьирует от слабо- до сильнокислой. Наиболее кислые участки приурочены к средне- и сильносмытым буроземам на склонах. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое изменяется от высокого до очень высокого (200–800 мг/кг), количество обменного калия – от среднего до высокого (108–230 мг/кг). Такая контрастность – результат длительно не проводившегося известкования почв на фоне систематического внесения фосфорных и калийных удобрений, а также физиологически кислой аммиачной селитры. На несмытых, слабосмытых и намытых почвах содержание гумуса 2-3 %, на средне- и сильносмытых почвах – менее 2 %.

За осенний период 2005 г. выпало всего около 74 мм осадков, что характеризует осень как относительно сухую. Весна также не отличалась обилием осадков. Плоскостной сток составил в среднем за сентябрь–апрель 2005–2006 гг. 0,3–0,5 т/га на склонах крутизной 2–4° и 0,9–1,2 т/га на склонах 5–10°. Урожайность озимой ржи в 2006 г. была относительно высокой, значительное снижение отмечалось только на сильносмытых почвах (табл. 3).

3. Урожайность (т/га) сельскохозяйственных культур на буроземах разной степени эродированности участка «Светлогорский»

Почвы	Крут изна склон а, град	Годы наблюдений и культуры					
		2006, озимая рожь	2008, озимая рожь	2009, яровой ячмень	2010, озимая рожь	2011, зерно-бобовая смесь**	2012, озимая рожь
Лб ⁺ у	До 1	4,16±0,3	4,52±0,3	2,66±0,2	2,61±0,2	20,4±0,9	3,20±0,2
Лб ⁺ у	1-2	3,96±0,2	3,66±0,4	2,46±0,3	3,41±0,1	20,5±1,1	2,70±0,3
Лб ⁺ у (80%)	2-3	3,72±0,1	3,67±0,5	1,96±0,1	2,58±0,7	8,0±0,5	2,01±0,2
Лб ⁺⁺ у	3-5	3,50±0,1	3,20±0,4	1,06±0,2	2,06±0,4	3,7±0,3	1,97±0,3
Лб ⁺⁺⁺ у (70%)	5-10	2,23±0,1	1,91±0,3	1,08±0,2	1,31±0,2	3,2±0,3	1,07±0,3
Лб ⁺ у*	0,5-2	4,70±0,3	3,67±0,8	2,34±0,5	3,28±0,3	8,2±0,5	3,82±0,3
НСР ₀₅		0,6	1,0	0,6	0,8	2,4	0,6

*Намытые почвы у подножия склонов и в понижениях.

**Посев на зеленый корм; приведена масса воздушно-сухой смеси.

Сезон 2007–2008 гг. оказался дождливым. Осенью 2007 г. выпало 274 мм осадков, из них 88–97 % в форме ливней. Положительные среднемесячные температуры всей зимы и влажный март (100 мм осадков) послужили фоном для дальнейшего развития эрозии. Уже в ноябре 2007 г. на почвах сформировалась густая сеть ручейков, а местами образовались промоины глубиной 50–90 см. В условиях распахивания вдоль склонов более 90% объема почвы было вынесено из ручейковых эрозионных форм (табл. 4). На слабосмытых почвах при крутизне склонов 1–2° урожайность часто такая же, как на незэродированных почвах или несколько выше. Причина заключается в «растекании» азотных подкормок (аммиачная селитра под зерновые в средней дозе N₆₀), внесенных при влажной погоде. Отмечена максимальная контрастность урожайности посевов на разных почвенных ареалах.

Склоновые поверхности превратились в сложное чередование вытянутых микроареалов слабо-, средне- и сильносмытых почв. Осенняя запашка промоин усилила контрастность за счет локального выноса на поверхность песчаной почвообразующей породы. Урожайность снизилась в нижних частях склонов и хорошо дренированных понижениях с намытыми почвами вследствие частичного перекрытия посевов песчаным делювием мощностью 5–20 см.

Наиболее эффективные приемы минимизации осенне-зимней эрозии на супесчаных пахотных почвах – оставление стерни после уборки предшественника и весенняя вспашка под яровые.

Весенняя засуха 2009 г. в апреле привела к иссушению пахотного слоя, влажность которого на песчаных ареалах приблизилась к влажности завядания. Однако эрозионные процессы были минимальными. Осадки мая – июня способствовали развитию разреженной ручейковой сети. Урожайность ячменя на средне- и сильносмытых почвах вследствие кислотности и низкого содержания гумуса оказалась почти в 2,5 раза ниже по сравнению с ровными повышенными участками.

На урожайность озимой ржи в 2010 г. оказали влияние обильные дожди в мае на фоне прохладной погоды, что привело к развитию корневых гнилей, бурой ржавчины, черни колоса (распространенность болезней в среднем по полю 70–73 %, максимум для почв повышений и понижений). Жаркий влажный июль и сырой август стали причиной формирования зерна с повышенной влажностью.

Наибольшее снижение урожая на средне- и сильносмытых почвах отмечено в 2011 г. у зерно-бобовой смеси (бобы кормовые, люпин желтый, овес, ячмень) в условиях повышенной кислотности эродированных почв (рН_{KCl} 4,4–4,8). На несмытых и слабосмытых почвах в составе смеси доминировали бобы (73–83 % от воздушно-сухой массы). На слабосмытых почвах в комплексе со среднесмытыми (до 20 %) склонов крутизной 2–3° овес и бобы составляли, соответственно, 44 и 49 %. На среднесмытых почвах (склоны 3–5°) соотношение овес : бобы равно 47 и 29 %, а на сильносмытых 65 и 23 % при полном выпадении люпина. Уменьшение доли кормовых бобов на эродированных почвах сопровождалось снижением высоты посевов, что и отразилось на урожайности.

Погодные условия июля с обилием ливней – причина высокой влажности сырой массы зерно-бобовой смеси (80–82 % на повышениях и до 84 % в понижениях) с доминированием кормовых бобов. На этих участках посевы полегли. Локально отмечалось загнивание зеленой массы в нижней части.

К 2012 г. площади средне- и сильносмытых почв на поле увеличились на 30 % по сравнению с 2006 г. Произошло заметное снижение плодородия почв поля [4].

4. Густота ручейковой сети и смыл почвы на ключевом участке «Светлогорский» (период развития эрозии сентябрь–апрель)

Почвы	Крутизна склона, град	Среднее число ручейков на 1/га		Потери почвы, т/га	
		2007–2008 гг.	2011–2012 гг.	2007–2008 гг.	2011–2012 гг.
Лб ⁺ у	1-2	50	26	1,2–2,8	0,9–1,2
Лб ⁺ у (80%)	2-3	80	30	2,9–4,2	2,5–3,0
Лб ⁺⁺ у	3-5	144	36	5,3–8,1	2,7–4,7
Лб ⁺⁺⁺ у (70%)	5-10	211	49	12,1–15,8 (До 29,6*)	5,2–6,4

Примечание. Лб⁺ – буроземы слабосмытые; Лб⁺⁺ – буроземы среднесмытые; Лб⁺⁺⁺ – буроземы сильносмытые. Гранулометрический состав почв супесчаный, для сильносмытых – песчаный; приведен интервал потерь почвы в зависимости от локальных условий и формы склонов.

*На участках образования промоин глубиной 0,8–1 м.

На фоне неизменной технологии возделывания урожайность озимой ржи на слабосмытых почвах склонов крутизной 1–2° снизилась на 32 %, на склонах 2–3° на 46, на среднесмытых почвах на 44, на сильносмытых ареалах буроземов на 52 % по отношению к 2006 г. Повышенная

урожайность в межхолмных понижениях объясняется мощной толщей гумусированного делювия (2–3 м), отсутствием переувлажнения в супесях и песках (весенний уровень грунтовых вод в среднем 1 м, летний – 3 м). Однако перекрытие части посевов свежим делювием приводит к изреживанию посевов и общему снижению урожайности.

Литература

1. *Барина Г.Н.* Калининградская область. Климат. – Калининград, 2002. – 196 с.
2. *Агроклиматические ресурсы Литовской ССР и Калининградской области РСФСР*/Под ред. П.И. Егорова, Ф.Ш. Чечик. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 144 с.
3. *Кузнецов М.С., Глазунов Г.П.* Эрозия и охрана почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 352 с.
4. *Анциферова О.А.* Динамика агрохимических свойств буроземов в условиях развития водной эрозии // Агрохимический вестник.- 2009.- № 4. – С. 12-15.

**EFFECT OF AGROCLIMATIC CONDITIONS ON THE RATE OF WATER EROSION AND THE PRODUCTIVITY
OF AGRICULTURAL CROPS ON LOAMY SANDY BUROZEMS**

O.A. Antsiferova

Kaliningrad State Technical University pr. Sovetsky 1, Kaliningrad, 236022 Russia, E-mail: anciferova@inbox.ru

The trend to an increase in precipitation in the Kaliningrad region results in the development of water erosion and a reduction in the yield of agricultural crops.

Keywords: precipitation, water erosion, crop yield.