

Н. А. Иванова, И. В. Гурина, Т. И. Дрововозова (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

**ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ
МНОГОЛЕТНЕЙ ТРАВΟΣМЕСИ НА ЗОЛОТВАЛЕ
НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС**

Изучалось влияние естественной влагообеспеченности и минерального питания на рост и развитие многолетней травосмеси «эспарцет + пырей + кострец» на второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС. Установлено, что растения росли и развивались в условиях золоотвала в зависимости от складывающихся условий влагообеспеченности каждого конкретного года, а также от доз внесенных минеральных удобрений. Наиболее высокие показатели высоты растений и развития корневой системы отмечались у эспарцета, пырея и костреца на вариантах с внесением минеральных удобрений расчетной и повышенной на 30 % дозой. Состав, структура и толщина рекультивационного слоя также оказывали влияние на рост и развитие растений травосмеси, поскольку к концу второго года жизни травосмеси корневая система растений достигла влажного золошлакового субстрата и использовала из него необходимую влагу.

Ключевые слова: золоотвал, травосмесь, минеральные удобрения, водный режим, естественная влагообеспеченность.

N. A. Ivanova, I. V. Gurina, T. I. Drovovozova (FSBEE HPE “NSMA”)

**NATURAL WATER SUPPLY AND MINERAL NUTRITION
IMPACT ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PERENNIAL
GRASS MIXTURE AT THE ASH DISPOSAL AREA
OF NOVOCHERKASSKAYA SDPP**

The impact of natural water supply and mineral nutrition on the growth and development of perennial grass mixture “Hungarian sainfoin + coach grass + awnless brome” grown at the second section of ash disposal area of Novocherkasskaya SDPP was investigated. It was established that growth and development of plants in the conditions of ash disposal area depend on the applied mineral fertilizer rates and water supply of the particular year. The highest values of plant heights and root system development of Hungarian sainfoin, coach grass and awnless brome were observed for treatments, where fertilizers were applied in calculated rate and the rate increased by 30 %. Composition, structure and depth of the recultivated layer also made positive effect on the growth and development of the grass mixture, so at the end of the second growing year of the grass mixture the root systems penetrated into wet ash dump substratum and used necessary moisture.

Keywords: ash disposal area, grass mixture, mineral fertilizers, water regime, natural water supply.

Введение. Новочеркасская ГРЭС является угольной электростанцией федерального значения, работающей на углях Северного Донбасса, которые характеризуются пониженной калорийностью и повышенной зольностью. Образующие при этом золошлаки размещаются в трехсекционном золоотва-

ле. После заполнения второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС золошлаками до проектной отметки 31,0 м она была выведена из эксплуатации. Для предотвращения ее пыления была произведена рекультивация, которая проводилась в два этапа: технический и биологический.

Работы технического этапа выполнялись в 2002 году и предусматривали создание на поверхности золоотвала рекультивационного слоя из супесчаного и суглинистого субстратов толщиной 30-40 см.

В 2004 году была проведена биологическая рекультивация второй секции золоотвала с использованием разработанной технологии растительных мелиораций. С этого периода по настоящее время на золоотвале проводятся исследования, цель которых заключается в изучении роста и развития многолетней травосмеси «эспарцет + пырей + кострец» в условиях естественной влагообеспеченности и различного пищевого режима.

Материалы и методы. Объектом исследований являлась вторая секция золоотвала Новочеркасской ГРЭС. Проводимый на золоотвале опыт включал три варианта: вариант 1 – без удобрений, вариант 2 – с внесением расчетной дозы удобрений, вариант 3 – с внесением повышенной на 30 % от расчетной дозы минеральных удобрений. Исследования выполнялись в соответствии с общепринятыми методиками [1-4].

Результаты и обсуждение. Известно, что на рост и развитие растений многолетней травосмеси оказывает влияние влагообеспеченность посевов [5], то есть в данном случае водный режим рекультивационного слоя, который в каждом конкретном году исследований складывался под влиянием метеоусловий и находился в зависимости от естественной влагообеспеченности.

Вегетационный период травосмеси «эспарцет + пырей + кострец» продолжался во все годы исследований с апреля по октябрь.

Анализ метеопоказателей 2004 года позволил установить, что его вегетационный период можно охарактеризовать как полузасушливый (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические показатели в сравнении со среднемноголетними данными (метеостанция ВНИИВиВ)

Климатические показатели	Год	Месяц							Среднее за вегетацию
		04	05	06	07	08	09	10	
Среднесуточная температура воздуха, °С	2004	9,9	16,1	19,0	21,7	22,7	17,7	10,3	16,8
	2005	11,8	19,4	20,4	22,3	23,3	19,1	11,1	18,2
	2006	11,8	17,0	22,8	22,4	26,9	18,8	12,1	18,8
	2007	10,2	19,9	23,4	26,0	27,2	19,1	12,2	19,7
	2008	13,1	15,6	20,8	23,8	25,3	16,4	11,6	18,1
	2009	9,7	15,9	24,7	26,4	21,5	18,6	12,4	18,5
	2010	10,6	18,4	24,9	27,0	27,7	19,4	8,0	19,4
Средние многолетние данные		9,0	16,4	20,0	22,9	22,1	16,2	9,6	16,6
Относительная влажность воздуха, %	2004	71	71	80	77	75	76	84	76
	2005	67	72	74	75	68	68	83	72
	2006	78	74	76	68	64	67	81	73
	2007	64	58	62	61	54	67	67	62
	2008	77	72	66	69	55	69	77	69
	2009	59	75	58	59	61	65	80	65
	2010	73	77	62	61	50	64	77	66
Средние многолетние данные		55	50	51	44	41	45	59	49
Осадки, мм	2004	21,8	43,7	57,5	56,2	84,8	32,1	44,1	340,2
	2005	22,6	45,9	76,7	68,2	28,8	1,0	65,1	308,3
	2006	30,1	59,7	110,6	23,2	57,7	26,4	75,0	382,7
	2007	12,0	15,5	53,7	27,9	19,3	33,9	34,8	191,7
	2008	53,1	35,3	37,2	71,3	15,4	65,0	29,1	306,4
	2009	8,3	35,6	15,8	50,9	31,8	93,7	72,7	308,8
	2010	31,4	64,2	10,9	78,8	7,1	43,6	25,4	261,4
Средние многолетние данные		35	40	50	46	40	35	30	276,0

Среднесуточная температура воздуха в среднем за период вегетации была близка к среднемноголетней величине. Относительная влажность воздуха была на 27 % выше климатической нормы. Осадки выпадали по месяцам вегетации в пределах нормы. Лишь в апреле осадков выпало на 13,2 мм меньше нормы. Они наблюдались в основном в конце месяца и пришлись на послепосевной период травосмеси, что оказало положительное влияние на получение всходов. В мае выпало на 3,7 мм больше нормы. 23 и 24 мая наблюдались ураганный ветер и осадки, сопровождавшиеся выпадением града, что оказало негативное влияние на всходы, часть рядков была занесена песком, и листья растений были повреждены градом.

В июне осадков выпало на 5,7 мм больше нормы. В июле и, особенно, в августе количество выпавших осадков значительно превысило среднемноголетнюю величину и, в основном, они имели ливневый характер. В сентябре сумма осадков была на 2,9 мм меньше средних многолетних данных. Октябрь был более влажным – осадков выпало на 14,1 мм больше нормы. Следует отметить, что осадки распределялись неравномерно в течение указанных месяцев, однако их было достаточно, чтобы перекрыть дефицит влаги, так необходимый для роста растений травосмеси.

В период вегетации травосмеси проводились наблюдения за динамикой линейного роста и глубиной проникновения корневой системы по вариантам опыта (таблицы 2-8). Анализ представленной информации позволил установить, что в первый год на всех вариантах опыта растения травосмеси усиленно развивали корневую систему и лишь потом надземную массу. Более благоприятный питательный режим в сочетании с выпадающими осадками способствовал формированию мощной корневой системы трав на вариантах с внесением минеральных удобрений. Первоначально растения пырея и костреца имели более высокие показатели линейного роста, но к концу вегетации на вариантах опыта без удобрений высота растений эспарцета превысила высоту злаков.

Злаковые культуры оказались более отзывчивы на внесение удобрений. На варианте 2 их линейный рост превышал высоту растений эспарцета. Аналогичная ситуация складывалась и на варианте 3. Здесь к концу вегетации высота злаков на 3,0 см превысила высоту растений эспарцета.

К концу июля наблюдалась задерненность поверхности золоотвала, что исключило образование пыльных бурь на его территории.

Хорошая влагообеспеченность за счет осадков и достаточный питательный режим за счет внесения минеральных удобрений способствовали созданию оптимальных условий для роста и развития не только растений травосмеси, но и сорной растительности.

Таблица 2 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2004 г.

С.-х. культура	15.05.04		15.06.04		19.07.04		29.08.04		15.09.04		14.10.04	
	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	7,0	12,0	14,0	16,0	21,0	25,0	23,0	26,0	24,0	29,0	25,0	29,0
Пырей, кострец	10,0	14,0	16,0	18,0	18,0	20,0	19,0	22,0	20,0	23,0	20,0	23,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	12,0	18,0	19,0	21,0	29,0	33,0	32,0	34,0	36,0	35,0	36,0	35,0
Пырей, кострец	16,0	26,0	31,0	28,0	34,0	29,0	36,0	30,0	38,0	32,0	38,0	32,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	18,0	21,0	21,0	24,0	31,0	34,0	35,0	36,0	42,0	37,0	42,0	37,0
Пырей, кострец	23,0	29,0	34,0	31,0	42,0	32,0	43,0	33,0	45,0	34,0	45,0	34,0

Таблица 3 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2005 г.

С.-х. культура	17.05.05		16.06.05		15.07.05		13.08.05		16.09.05		20.10.05	
	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	25,0	29,0	30,0	33,0	38,0	36,0	55,0	38,0	56,0	39,0	55,0	40,0
Пырей, кострец	20,0	23,0	27,0	29,0	36,0	39,0	60,0	41,0	60,0	42,0	61,0	43,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	36,0	35,0	44,0	37,0	56,0	40,0	61,0	41,0	61,0	42,0	62,0	43,0
Пырей, кострец	38,0	32,0	46,0	35,0	53,0	39,0	89,0	42,0	90,0	43,0	90,0	44,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	42,0	37,0	56,0	38,0	61,0	42,0	69,0	43,0	70,0	44,0	70,0	45,0
Пырей, кострец	45,0	34,0	63,0	39,0	85,0	43,0	96,0	45,0	98,0	46,0	98,0	47,0

Таблица 4 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2006 г.

С.-х. культура	10.05.06		12.06.06		14.07.06		10.08.06		11.09.06		16.10.06	
	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	33,0	40,0	39,0	42,0	58,0	44,0	60,0	46,0	61,0	47,0	61,0	47,0
Пырей, кострец	30,0	43,0	41,0	44,0	63,0	45,0	65,0	45,0	66,0	45,0	66,0	45,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	45,0	43,0	58,0	45,0	78,0	46,0	79,0	47,0	80,0	48,0	80,0	48,0
Пырей, кострец	40,0	45,0	61,0	47,0	93,0	49,0	95,0	50,0	96,0	51,0	96,0	51,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	48,0	45,0	63,0	46,0	81,0	48,0	90,0	48,0	92,0	49,0	92,0	49,0
Пырей, кострец	60,0	47,0	71,0	48,0	108,0	51,0	110,0	52,0	111,0	52,0	111,0	52,0

6

Таблица 5 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2007 г.

С.-х. культура	15.05.07		16.06.07		14.07.07		18.08.07		15.09.07		20.10.07	
	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	30,0	47,0	36,0	49,0	44,0	51,0	46,0	52,0	47,0	52,0	47,0	52,0
Пырей, кострец	28,0	46,0	38,0	47,0	59,0	48,0	60,0	49,0	60,0	50,0	60,0	50,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	40,0	48,0	52,0	49,0	71,0	50,0	72,0	51,0	72,0	51,0	72,0	51,0
Пырей, кострец	39,0	52,0	58,0	54,0	79,0	56,0	80,0	57,0	80,0	57,0	80,0	57,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	42,0	50,0	58,0	52,0	75,0	54,0	77,0	55,0	77,0	55,0	77,0	55,0
Пырей, кострец	58,0	53,0	66,0	55,0	92,0	57,0	94,0	59,0	94,0	59,0	94,0	59,0

Таблица 6 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2008 г.

С.-х. культура	10.05.08		12.06.08		14.07.08		15.08.08		17.09.08		19.10.08	
	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	32,0	52,0	38,0	54,0	47,0	56,0	49,0	57,0	49,0	58,0	49,0	58,0
Пырей, кострец	30,0	50,0	41,0	52,0	60,0	54,0	62,0	55,0	62,0	56,0	62,0	56,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	43,0	51,0	54,0	53,0	70,0	55,0	72,0	56,0	72,0	57,0	72,0	57,0
Пырей, кострец	41,0	57,0	60,0	59,0	81,0	60,0	83,0	62,0	83,0	63,0	83,0	63,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	45,0	55,0	63,0	57,0	74,0	58,0	75,0	59,0	75,0	59,0	75,0	59,0
Пырей, кострец	61,0	60,0	70,0	62,0	86,0	63,0	88,0	64,0	88,0	64,0	88,0	64,0

Таблица 7 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2009 г.

С.-х. культура	12.05.09		14.06.09		15.07.09		12.08.09		13.09.09		15.10.09	
	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см	линей- ный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	34,0	58,0	40,0	60,0	46,0	62,0	50,0	63,0	50,0	63,0	50,0	63,0
Пырей, кострец	32,0	56,0	43,0	58,0	61,0	59,0	65,0	60,0	65,0	60,0	65,0	60,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	45,0	57,0	55,0	59,0	73,0	60,0	73,0	61,0	73,0	61,0	73,0	61,0
Пырей, кострец	43,0	63,0	62,0	65,0	83,0	66,0	84,0	67,0	84,0	67,0	84,0	67,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	47,0	59,0	64,0	60,0	76,0	61,0	77,0	62,0	77,0	62,0	77,0	62,0
Пырей, кострец	63,0	64,0	72,0	66,0	89,0	67,0	90,0	68,0	90,0	68,0	90,0	68,0

Таблица 8 – Динамика линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в вегетационный период 2010 г.

С.-х. культура	15.05.10		16.06.10		14.07.10		15.08.10		18.09.10		20.10.10	
	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см	линейный рост, см	длина корней, см
Вариант 1 – без удобрений												
Эспарцет	33,0	63,0	38,0	64,0	44,0	65,0	46,0	66,0	46,0	66,0	46,0	66,0
Пырей, кострец	30,0	60,0	41,0	61,0	59,0	62,0	61,0	63,0	61,0	63,0	61,0	63,0
Вариант 2 – расчетная доза удобрений												
Эспарцет	44,0	61,0	53,0	62,0	71,0	63,0	72,0	64,0	72,0	64,0	72,0	64,0
Пырей, кострец	42,0	67,0	61,0	68,0	81,0	69,0	82,0	70,0	82,0	70,0	82,0	70,0
Вариант 3 – превышение расчетной дозы удобрений на 30 %												
Эспарцет	45,0	62,0	63,0	64,0	74,0	65,0	76,0	66,0	76,0	66,0	76,0	66,0
Пырей, кострец	65,0	68,0	73,0	70,0	91,0	71,0	92,0	72,0	92,0	72,0	92,0	72,0

Начало вегетационного периода 2005 года характеризовалось повышенными значениями среднесуточной температуры и относительной влажности воздуха. Осадков в апреле выпало меньше климатической нормы на 12,4 мм, однако влаги, накопленной в субстрате за счет осенне-зимних осадков, было достаточно как для отрастания, так и для дальнейшего роста и развития растений травосмеси. В мае количество выпавших осадков превысило средние многолетние значения на 5,9 мм. В этот период наблюдалось интенсивное отрастание растений.

В июне, июле и августе среднесуточная температура воздуха была в пределах климатической нормы, а значения относительной влажности воздуха превышали средние многолетние данные. Июнь и июль 2005 года были влажными, осадков выпало в 1,5 раза больше нормы. В августе, напротив, осадков выпало меньше климатической нормы на 11,2 мм. Особенно засушливым был сентябрь, но это не помешало растениям травосмеси расти и развиваться на золоотвале. К середине вегетационного периода 2005 года на вариантах 2 и 3 корневая система растений травосмеси достигла золошлакового субстрата и подпитывалась из него влагой, что способствовало их полноценному росту и развитию.

Известно, что рост и развитие растений находятся в прямой зависимости от активной деятельности корневой системы, которая снабжает растения влагой и питательными веществами [6]. В нашем случае средой обитания корневой системы является рекультивационный слой и расположенный под ним золошлаковый субстрат. Основной функцией корневой системы растений является ее поглощающая способность. В условиях золоотвала при иссушении рекультивационного слоя корни растений травосмеси уходят в глубину вслед за влагой, которая имеется в золошлаке. Кроме того, верхние слои зольного субстрата подпитывают влагой нижние горизонты (20-30 см) рекультивационного слоя.

Анализ показателей, представленных в таблице 3, позволил установить, что к концу вегетации корни трав достигли золошлакового субстрата, что позволило в засушливые периоды вегетации в 2005 году подпитывать растения содержащейся в нем влагой. Следует также отметить, что корневая система растений на вариантах 2 и 3 была более развитая и имела длину, превышающую показатели на варианте без внесения удобрений.

Анализ метеопоказателей 2006 года позволил установить, что его вегетационный период был хорошо обеспечен осадками. Среднесуточная температура воздуха находилась в пределах нормы, а относительная влажность воздуха значительно ее превышала. Осадки выпадали по месяцам неравномерно. Так, в апреле их выпало несколько ниже нормы. В мае осадки значительно превысили среднемноголетние значения. В этот период среднесуточная температура воздуха находилась в пределах среднемноголетней величины. В третьей декаде мая наблюдались сильные восточные ветры, что оказало негативное влияние на посевы, которые частично были занесены песком. В июне осадки вдвое превысили норму, что позволило создать наиболее благоприятный водный режим рекультивационного слоя, поскольку более высокая его влажность положительно сказалась на росте и развитии растений травосмеси. В июле растения были несколько хуже обеспечены влагой, так как осадков выпало на 22,8 мм меньше нормы. Однако в этот период растения имели уже хорошо развитую корневую систему и использовали влагу из более глубоких слоев. В августе наблюдалась более высокая среднесуточная температура воздуха, а осадков выпало на 17,7 мм больше нормы, что несколько снизило пагубное действие высоких температур на растения. В сентябре осадков было на 8,6 мм меньше в сравнении со среднемноголетней величиной, а в октябре они в 2,5 раза превысили норму. Несмотря на то, что осадки распределялись по месяцам года неравномерно, их было достаточно, чтобы перекрыть дефицит влаги, необходимой для роста и развития растений.

Анализ приведенных в таблице 4 данных позволил установить, что внесение минеральных удобрений расчетной и повышенной на 30 % дозой положительно сказалось на росте растений и развитии их корневой системы. На варианте 2 линейный рост эспарцета на 24 % превышал показатели варианта 1. Аналогичная ситуация отмечалась и у злаковых культур.

В весенний период 2007 года были отмечены высокие среднесуточные температуры воздуха и небольшое количество осадков. Относительная влажность была несколько выше среднемноголетних данных. Выпавших осадков и накопленной в рекультивационном слое влаги было достаточно для отрастания и дальнейшего роста и развития растений.

В июне осадки и среднесуточная температура воздуха несколько превысили среднемноголетнюю величину. В июле и августе наблюдались более высокие среднесуточные температуры воздуха и малое количество осадков, однако растения травосмеси не были угнетены и не приостановили рост и развитие. Это объясняется высокой устойчивостью высеянных растений к неблагоприятным условиям климата и их способностью развивать глубоко проникающую корневую систему, которая достигла влажного золошлакового субстрата и подпитывалась из него влагой, что способствовало их полноценному росту и развитию. В сентябре осадков выпало в пределах нормы, в октябре – на 4,8 мм больше нормы. Среднесуточная температура воздуха несколько превысила среднемноголетнюю величину.

В результате было установлено, что линейный рост растений на вариантах 2 и 3 значительно превышал показатели варианта 1: у эспарцета в среднем на 36,8 %, у злаков – на 30,6 %, то есть линейный рост значительно увеличивался от использования растениями питательных веществ из удобрений на фоне естественной влагообеспеченности.

Аналогичная ситуация наблюдалась и по глубине проникновения корневой системы изучаемых растений травосмеси. Наилучшие показатели отмечались на варианте 3. Здесь в конце вегетационного периода глубина

проникновения корневой системы растений эспарцета на 5,5 % и 7,3 % см превышала показатели, полученные на вариантах 2 и 1. Длина корней пырея и костреца на варианте 3 также превышала показатели, полученные на вариантах 1 и 2, соответственно на 15,3 % и 3,4 %. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии вносимых минеральных удобрений на рост и развитие травосмеси «эспарцет + пырей + кострец» на фоне естественной влагообеспеченности.

Весенний период 2008 года был теплым и влажным. Среднесуточная температура воздуха в этот период была несколько выше средне многолетних значений. Осадки в марте и апреле значительно превышали средне многолетние значения, в мае их выпало на 4,7 мм меньше нормы. В целом, метеоусловия весеннего периода способствовали быстрому отрастанию и дальнейшему развитию растений травосмеси.

В летний период вегетации травосмеси среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму. В июне осадков выпало на 12,8 мм меньше нормы. В июле их количество было на 25,3 мм больше нормы, а в августе их выпало в 2,5 раза меньше нормы. Относительная влажность воздуха значительно превышала средне многолетние показатели.

Осенний период 2008 года характеризовался как теплый и влажный, что обеспечило хорошее дальнейшее развитие растений травосмеси.

Результаты наблюдений за динамикой линейного роста и развития корневой системы растений травосмеси в период вегетации 2008 года представлены в таблице 6. Их анализ позволил установить, что злаки имели более высокие показатели линейного роста по сравнению с бобовой культурой. В конце вегетации на варианте 3 их линейный рост на 5,7 % и 29,5 % превысил показатели, полученные на вариантах 2 и 1.

Полученные данные свидетельствуют об отзывчивости высеянных на золоотвале растений на внесение минеральных удобрений. Длина корневой системы в этот период была равна соответственно по вариантам

опыта: у эспарцета – 58,0 см, 57,0 см и 59,0 см, у злаков – 56,0 см, 63,0 см и 64,0 см. Корневая система растений травосмеси получала влагу из золошлакового субстрата, что позволило обеспечить их дальнейший рост и развитие в условиях засушливого 2008 года. Следует также отметить, что в условиях золоотвала на опытных участках наблюдалось возобновление растений эспарцета самосевом.

Начало вегетации в 2009 году было отмечено малым количеством выпавших осадков. Среднесуточная температура воздуха в эти месяцы была в пределах климатической нормы, а относительная влажность воздуха значительно превышала средние многолетние данные. В этот период происходило интенсивное отрастание растений травосмеси. Этому способствовало достаточное количество влаги, накопленной в золошлаковом субстрате за осенне-зимний период. Хорошо развитая корневая система, глубоко проникающая в субстрат золоотвала, позволила растениям не чувствовать угнетения в связи с недостаточным количеством осадков.

Июнь 2009 года был засушливым, а июль, напротив, влажным. В августе осадков выпало меньше нормы. Среднесуточная температура воздуха во все летние месяцы, кроме августа, превышала среднемноголетние данные. Такая же ситуация складывалась и с относительной влажностью воздуха.

Осенние месяцы были влажными. Среднесуточная температура воздуха незначительно превышала средние многолетние данные. Относительная влажность воздуха в этот период была значительно выше среднемноголетних показателей: в сентябре – на 20 %, а в октябре – на 21 %.

В конце вегетации на вариантах 2 и 3 растения эспарцета имели высоту, которая значительно (на 31,5 % и 35 % соответственно) превышала показатели на варианте 1. Прибавка высоты растений эспарцета от внесения повышенной на 30 % дозы минеральных удобрений составила 5,2 %. Линейный рост растений пырея и костреца к концу вегетации на варианте 3

на 27,8 % и 6,7 % превышал показатели на вариантах 1 и 2. Такое интенсивное нарастание надземной биомассы повлияло на развитие корневой системы растений. В конце вегетации длина корневой системы эспарцета была максимальной на варианте 1, что, очевидно, можно объяснить необходимостью поиска растениями питательных веществ на варианте, где минеральные удобрения не вносились. У злаков длина корневой системы была максимальной на варианте 3, а минимальной – на варианте 1 (таблица 7).

Начало вегетационного периода 2010 года было хорошо обеспечено осадками. Среднесуточная температура и относительная влажность воздуха в эти месяцы превышали средние многолетние значения. Такие климатические условия способствовали быстрому отрастанию растений травосмеси, их успешному росту и развитию в условиях золоотвала.

Летний период 2010 года был сухим и очень жарким. Июнь характеризовался недостаточным количеством осадков. Июль, напротив, был влажным. Самым засушливым был август. Среднесуточная температура воздуха в эти месяцы существенно превышала среднемноголетние показатели.

Сентябрь 2010 года был хорошо обеспечен осадками. В октябре осадков выпало на 4,6 мм меньше нормы. Среднесуточная температура воздуха в сентябре была существенно выше средних многолетних данных, а в октябре находилась в пределах нормы. Значения относительной влажности воздуха в эти осенние месяцы существенно превышали среднемноголетние показатели.

Анализ данных по динамике линейного роста растений травосмеси позволил установить, что на варианте 2 высота растений эспарцета на 36 % превышала показатели варианта без удобрений. При этом длина корней была на 2,0 см меньше, чем на варианте 1. На варианте 3 зафиксировано увеличение линейного роста эспарцета на 39,5 % по сравнению с вариантом 1 и на 5,3 % по сравнению с вариантом 2. Длина корневой системы растений эспарцета на варианте 3 была примерно такой же, как и на вари-

анте 1 (таблица 8). На варианте 2 злаки также имели более высокие показатели линейного роста и длины корней, которые на 25,6 % и 10 % превышали показатели на варианте 1. Особенно положительно злаки отреагировали на внесение минеральных удобрений повышенной на 30 % дозой. На данном варианте опыта они имели наилучшие показатели линейного роста и глубины проникновения корневой системы, которые на 33,7 % и 12,5 % превышали показатели варианта 1 и на 10,9 % и 2,8 % – варианта 2.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволили установить, что растения росли и развивались в условиях золоотвала в зависимости от складывающихся условий влагообеспеченности каждого конкретного года, а также от доз внесенных минеральных удобрений. Наиболее высокие показатели высоты травостоя и развития корневой системы отмечались у растений эспарцета, пырея и костреца на вариантах с внесением минеральных удобрений расчетной и повышенной на 30 % дозой. Состав, структура и толщина нанесенного рекультивационного слоя также оказывали влияние на рост и развитие растений травосмеси, поскольку к концу второго года жизни травосмеси корневая система растений достигла влажного золошлакового субстрата и использовала из него необходимую влагу, что способствовало их росту и развитию в экстремальных условиях золоотвала. В результате исследований было также установлено, что ежегодно в период со 2-3 декад июля и до конца вегетационного периода линейный рост растений и развитие корневой системы несколько приостанавливались, что связано с их репродукционным периодом жизнедеятельности, а в начале следующего вегетационного периода эти показатели снова динамично увеличивались.

Необходимо также отметить, что растения травосмеси хорошо адаптировались к сложившимся условиям и, несмотря на экстремальные климатические условия отдельных лет их жизнедеятельности, не наблюдалось сильного изреживания посевов травосмеси, связанного с выпадением трав.

В посевах травосмеси с течением времени появились и успешно произрастали некоторые виды культурных растений и сорняков, вероятно, занесенных ветром и с семенами трав. В общем, плотность травостоя культивируемой травосмеси за семь лет ее произрастания в условиях залоотвала снизилась незначительно, а сохранность трав многолетней травосмеси в начале вегетационного периода 2011 года составляла в пределах вариантов опыта 65-80 %.

Список использованных источников

1 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 123 с.

2 Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИК. – М., 1983. – 197 с.

3 Астапов, В. С. Мелиоративное почвоведение: практикум / В. С. Астапов. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 367 с.

4 Станков, Н. З. Корневая система / Н. З. Станков. – М.: Колос, 1964. – 280 с.

5 Бернгард, И. И. Продуктивность многолетних трав при орошении / И. И. Бернгард, В. А. Апарин // Интенсификация кормопроизводства на мелиорированных землях Сибири. – Красноярск, 1988. – С. 7-13.

6 Тимирязев, К. А. Жизнь растений / К. А. Тимирязев. – М.: Сельхозгиз, 1936. – 248 с.

Иванова Нина Анисимовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», проректор по науке.

Контактный телефон: 8-8635-22-27-29. E-mail: nauka-ngma@mail.ru

Ivanova Nina Anisimovna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Pro-rector on Scientific Work.

Contact telephone number: 8-8635-22-27-29. E-mail: nauka-ngma@mail.ru

Гурина Ирина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессио-

нального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», профессор кафедры мелиораций земель.

Контактный телефон: 8-8635-22-27-29. E-mail: i-gurina@mail.ru

Gurina Irina Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Professor of the Chair of Lands Reclamation.

Contact telephone number: 8-8635-22-27-29. E-mail: i-gurina@mail.ru

Дрововозова Татьяна Ильинична – доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», профессор кафедры химии и прикладной экологии.

Контактный телефон: 8-960-457-87-75. E-mail: lina97.bes@mail.ru

Drovovozova Tatyana Ilinichna – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education “Novocherkassk State Meliorative Academy”, Professor of the Chair of Chemistry and Applied Ecology.

Contact telephone number: 8-960-457-87-75. E-mail: lina97.bes@mail.ru