

## ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ ИЗ НАВОЗОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

О. Р. ИЛЬЯСОВ, доктор биологических наук, профессор,  
О. П. НЕВЕРОВА, кандидат биологических наук, доцент,  
О. В. ГОРЕЛИК, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
И. М. ДОННИК, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, ректор,  
П. В. ШАРАВЬЕВ, старший преподаватель,  
Уральский государственный аграрный университет  
(620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42)

**Ключевые слова:** *зеленый корм, гидропон, сточные воды, питательные растворы.*

Изучение возможности применения сточных вод животноводческих помещений для выращивания зеленого корма методом гидропоники актуально и имеет практическое значение. Сточные воды гидросмывной системы навозоудаления (разбавление навоза примерно в 10 раз) после механической очистки имеют слабощелочную реакцию, обусловленную наличием в них бикарбоната аммония. Величина pH благоприятна для роста растений и для использования аммонийного азота. Сухой остаток составляет более 5 г/л. Урожай зеленого корма в контрольном варианте выше, чем в опытном и составляет 21,29 м и 20,50 кг/м<sup>2</sup> соответственно, а содержание каротина в обоих случаях составляет более 60 мг/кг корма. В процессе выращивания зеленого корма на питательном субстрате из сточных вод концентрация азота аммонийного в нем постепенно снижалась, и к концу выращивания снижение составляло 30–80 %. Хотя в процентном отношении снижение его при более низких концентрациях выше, чем при высоких, абсолютная величина потребления азота тем больше, чем выше концентрация его в питательном субстрате. При подаче растениям сточных вод с начальной зольностью 2,5 г/л, она снижается до 1,7 г/л, т. е. на 30 %. Снижение зольности от концентрации 4,5 г/л составляет лишь 6 %, а при начальной зольности 6,0 г/л не отмечено какого-либо заметного изменения, т. е. она остается практически на прежнем уровне. Разработана технология подготовки питательного субстрата из навозосодержащих сточных вод. Выращенный на питательном субстрате зеленый корм используется в животноводстве.

## NUTRITIOUS SUBSTRATUM FROM WASTE WATER CONTAINING MANURE

O. R. ILYASOV, doctor of biological sciences, professor,  
O. P. NEVEROVA, candidate of biological sciences, associate professor,  
O. V. GORELIK, doctor of agricultural sciences, professor,  
I. M. DONNIK, Doctor of biological sciences, professor, academician of RAS, rector,  
P. V. SHARAVYEV, senior lecturer,  
Ural State Agrarian University  
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

**Keywords:** *green fodder, hydropon, waste water, nutrient solutions.*

Studying the possibility of using livestock waste waters for cultivation of green fodder by hydroponics has practical value. Sewage of hydroflushing system of manure removal (manure dilution approximately by 10 times) after mechanical cleaning has the alkalescent reaction caused by availability of ammonium bicarbonate in them. pH is favorable for growth of plants and for use of ammonium nitrogen. The dry remaining balance constitutes more than 5 g/l. The harvest of green fodder in control option is higher, than in experimental, and constitutes 21.29 m and 20.50 kg/m<sup>2</sup> respectively, and content of carotene in both cases constitutes more than 60 mg/kg of a fodder. In the course of cultivation of green fodder on nutritious substratum, concentration of ammonium nitrogen in it gradually decreased, and by the end of cultivation decrease constituted 30–80%. Though in percentage terms decrease in case of lower concentration is higher than it, than in case of high, the absolute value of consumption of nitrogen of subjects is more, than concentration is higher than it in a nutritious substratum. When given to plants of sewage with an initial ash-content of 2.5 g/l, it decreases to 1.7 g/l, i. e. by 30 %. Decrease in an ash-content from concentration of 4.5 g/l constitutes only 6 %, and in case of an initial ash-content of 6.0 g/l any noticeable change is noted, i. e. it remains practically at the same level. The technology of preparation of a nutritious substratum from the waste water containing manure is developed. The green fodder grown on a nutritious substratum is used in livestock production.

*Положительная рецензия представлена В. Ф. Гридиным, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, главным научным сотрудником Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства.*

В настоящее время в промышленных технологиях по гидропонному выращиванию зеленого корма используют в качестве питательного субстрата для выращивания растений искусственные питательные растворы с оптимальным содержанием биогенов [1–6]. Однако, изучение сточных вод животноводческих помещений, показывает, что они по содержанию питательных для растений веществ не только не отличаются от питательных сред, но и превосходят их. В связи с этим изучение возможности применения сточных вод животноводческих помещений для выращивания зеленого корма методом гидропоники актуально и имеет практическое значение [7–15].

**Цель и методика исследований.** Целью работы явилось изучение возможности использования сточных вод животноводческих помещений для выращивания зеленого корма. Поставленная задача по определению и подбору химического состава питательного субстрата из навозосодержащих сточных вод выполнялась на сточных водах, разбавленных после гидросмывной системы навозоудаления, и практически не разбавленной жидкой фракции навоза (моче). Влияние химического состава питательного субстрата оценивалось по урожаю, водопотреблению и качеству зеленого корма.

Сточные воды гидросмывной системы навозоудаления (разбавление навоза примерно в 10 раз) после механической очистки (табл. 1) имеют слабощелочную реакцию, обусловленную наличием в них бикарбоната аммония. Величина pH благоприятна для роста растений и для использования аммонийного азота. Сухой остаток составляет более 5 г/л.

Значительная часть его представлена органическим веществом, преимущественно твердыми включениями. Зольность сточных вод – 2500 мг/л, т. е. невысокая и отрицательного влияния на рост растений не оказывает. Основным зольным элементом является калий – 1120 мг/л.

Концентрация  $P-PO_4^{-3}$  в сточных водах и искусственном питательном растворе находится на одном уровне и составляет около 48 мг/л. Содержание в сточных водах аммонийного азота, который представляет практически весь азот, составляет 775 мг/л, а в питательном растворе Чеснокова и Базыриной аммонийного азота 58 мг/л, остальной азот представлен нитратами (98 мг/л). Высокое содержание в сточных водах калия и аммония обуславливает и высокое содержание в них бикарбонат-иона (более 4 г/л).

Следует отметить, что водно-воздушный режим в эксперименте был сходен с режимом хорошо аэрируемой почвы. Корень обладал хорошей сопротивляемостью к микроорганизмам и легко переносил условия, которые в других обстоятельствах оказываются неблагоприятными.

В табл. 2 приведены результаты исследований количества и качества урожая, выращенного при использовании выше указанных питательных субстратов. Урожай зеленого корма в контрольном варианте выше, чем в опытном и составляет 21,29 м и 20,50 кг/м<sup>2</sup> соответственно, а содержание каротина в обоих случаях составляет более 60 мг/кг корма.

Содержание общего сахара в растениях достаточно высокое. Основной компонент золы растений – это калий, поэтому содержание его в корме, выращенном на стоках, составляет 1,26 %, а на искус-

Таблица 1  
Изменение химического состава питательных субстратов в процессе выращивания зеленого корма  
Table 1  
Changes in chemical composition of nutritious substratum when growing green fodder

Вариант <i>Option</i>	Показатели <i>Indicators</i>						
	pH	Сухой остаток, мг/л <i>Dry extract, mg/l</i>	Зольность, мг/л <i>Ash content, mg/l</i>	$N-NH_4^+$ , мг/л, $N-NH_4^+$ , мг/л	$P-PO_4^{3-}$ , мг/л, $P-PO_4^{3-}$ , мг/л	К, мг/л, K, mg/l	$HCO_3^-$ , мг/л, $HCO_3^-$ , мг/л
В начале опыта <i>In the beginning of the experiment</i>							
Стоки после механической очистки <i>Drains after mechanical cleaning</i>	7,80	5370,0	2500,0	775,0	47,5	1120,0	4270,0
Питательный раствор Чеснокова и Базыриной <i>Nutritious substratum of Chesnokov and Bazyrina</i>	5,40	1239,3	630,0	58,0	48,0	160,0	Отсутствует <i>Not detected</i>
В конце опыта <i>In the end of the experiment</i>							
Стоки после механической очистки <i>Drains after mechanical cleaning</i>	7,40	4833,3	2433,3	425,0	30,0	1060,0	3050
Питательный раствор <i>Nutritious substratum</i>	7,05	1400,0	550,0	42,5	34,0	132,0	–

Таблица 2  
Урожай и качество зеленого корма (корни + листья)  
Table 2  
Yield and quality of green fodder

Показатели в а. с. в. <i>Indicators</i>	Питательный субстрат <i>Nutritious substratum</i>	
	Сточные воды после механической очистки <i>Waste water after mechanical cleaning</i>	Искусственный питательный раствор <i>Artificial nutritious substratum</i>
Урожай, кг/м <sup>2</sup> <i>Yield, kg/m<sup>2</sup></i>	20,50	21,29
Каротин, мг/кг <i>Carotene, mg/kg</i>	63,28	65,31
Азот общий, % <i>Nitrogen, %</i>	3,63	2,69
Азот белковый, % <i>Protein nitrogen, %</i>	2,20	1,75
Азот небелковый, % <i>Non-protein nitrogen, %</i>	1,43	0,94
Азот белковый Азот небелковый <i>Protein nitrogen</i> , % <i>Non-protein nitrogen</i>	1,54	1,86
Сырой протеин, % <i>Crude protein, %</i>	22,72	16,83
Сахар общий, % <i>Total sugar, %</i>	6,95	7,98
Сахар общий, Сырой протеин <i>Total sugar</i> , % <i>Crude protein</i>	0,30	0,48
Зола, % <i>Ash, %</i>	8,52	6,75
Клетчатка, % <i>Fiber, %</i>	14,68	15,62
Калий, % <i>Potassium, %</i>	1,26	0,64
Фосфор, % <i>Phosphorus, %</i>	0,45	0,51
Кальций, % <i>Calcium, %</i>	0,45	0,42
Магний, % <i>Magnesium, %</i>	0,40	0,32
Азот нитратный, % <i>Nitrate nitrogen, %</i>	0,05	0,80

ственном растворе – 0,64 %. Следует отметить, что процент калия в корме не превышает зоотехнических норм. Корм, выращенный на питательном субстрате из навозосодержащих сточных вод, по питательной ценности и химико-токсикологическим показателям (отсутствие нитратов и нитритов) пригоден для скармливания животным.

Учитывая, что гидросмывная система навозоудаления приводит к образованию значительных объемов навозосодержащих сточных вод, утилизация которых в гидропонике потребует больших площадей растительных ванн, были выполнены исследования по утилизации неразбавленной, или слабо разбавленной жидкой фракции навоза (мочи) в гидропонике при выращивании зеленого корма.

При этом предполагалось, что при замене гидросмывной системы навозоудаления на механическую

(с разделением навоза на твердую и жидкую фракции непосредственно в навозосборном канале) утилизации в гидропонике должна будет подвергнута лишь жидкая фракция, а твердая может использоваться после биотермического обеззараживания в качестве органического удобрения на сельхозугодьях. Это позволит сократить объем навозосодержащих сточных вод в 8–10 раз по сравнению с образованием последних при гидросмыве навоза.

Химический состав питательных субстратов, полученных из мочи КРС, разбавленных водой в 2, 4, 6, 8 и 10 раз, приведен в табл. 3.

Данные химического анализа показали, что рН мочи по всем вариантам разбавления до подачи растениям имеет нейтральное значение. После контакта с корнями растений (т. е. после полива) рН по всем вариантам опыта меняется довольно быстро в сто-

Таблица 3  
Химический состав питательных субстратов  
Table 3  
Chemical compound of nutritious substratum

Вариант <i>Option</i>	Показатели <i>Indicators</i>									
	pH	Зольность, мг/л <i>Ash content, mg/l</i>	K <sup>+</sup> , мг/л <i>K<sup>+</sup>, mg/l</i>	N <sub>общ</sub> , мг/л <i>N<sub>total</sub>, mg/l</i>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л <i>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, mg/l</i>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л <i>P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, mg/l</i>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л <i>CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mg/l</i>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л <i>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mg/l</i>	Cl <sup>-</sup> , мг/л <i>Cl<sup>-</sup>, mg/l</i>	ХПК, мг/л <i>Chemical oxygen demand (COD), mg/l</i>
В начале опыта <i>In the beginning of the experiment</i>										
I	7,2	8560,0	3312,0	3500,0	500,0	6,1	Не обнаружено <i>Not detected</i>	6100,0	1045,5	15073,2
II	7,1	4220,0	1662,0	1875,0	235,0	3,4	Не обнаружено <i>Not detected</i>	3309,3	522,7	6710,1
III	7,0	3000,0	1137,0	1300,0	156,6	1,5	Не обнаружено <i>Not detected</i>	2236,7	353,3	5404,5
IV	7,0	2080,0	820,0	925,0	118,0	Следы <i>Traces</i>	Не обнаружено <i>Not detected</i>	1753,8	256,6	3721,4
V	6,9	1520,0	660,0	750,0	96,0	Следы <i>Traces</i>	Не обнаружено <i>Not detected</i>	1415,2	185,1	2628,9
В конце опыта <i>In the end of the experiment</i>										
I	9,0	8760,0	3425,0	3250,0	3187,0	7,5	2400	11468,0	1120,3	8923,1
II	9,0	4430,0	1680,0	1562,5	1437,0	6,0	1425	5490,0	620,0	4110,2
III	9,0	2940,0	1130,0	1050,0	1025,0	3,3	750,0	4148,0	353,6	3093,2
IV	8,9	1640,0	780,0	700,0	687,0	Следы <i>Traces</i>	427,5	3203,0	248,3	2387,0
V	8,9	1160,0	590,0	530,0	515,0	Следы <i>Traces</i>	300,0	2989,0	170,7	1843,0

Таблица 4

Основные показатели формирования биомассы ячменя в зависимости от концентрации питательного субстрата  
Table 4

General indicators of barleys biomass formation depending on the content of nutritious substratum

Вариант (разбавление мочи, раз) <i>Option (diluting the urine, times)</i>	Урожайность зеленой массы, кг/м <sup>2</sup> <i>Yield of green fodder, kg/m<sup>2</sup></i>	Высота растений, см <i>Plants height, cm</i>	Средняя длина корней, см <i>Average root length, cm</i>	Среднесуточное испарение, л/м <sup>2</sup> <i>Average daily evaporation, l/m<sup>2</sup></i>
I (2)	12,9	2,2	0,93	1,90
II (4)	13,7	4,4	0,86	1,95
III (6)	13,4	7,1	1,02	2,17
IV (8)	13,9	10,7	0,89	2,53
V (10)	14,4	16,0	1,06	3,88
Контроль <i>Control</i>	20,7	18,5	6,24	6,58

рону подщелачивания, т. е. до pH = 9,0. Причиной изменения pH служит гидролиз мочевины, при котором появляется бикарбонат аммония, а главное – карбонат аммония, изменяющий pH среды и делающий ее менее благоприятной для роста растений. Вследствие того, что моча обладает высокой буферностью, значение pH = 9,0 остается на протяжении всего периода выращивания зеленого корма. Следует отметить, что исходная неразбавленная моча содержала азота общего 7500 мг/л, в том числе азота аммонийного 1000 мг/л. Однако после гидролиза преимущественно весь органический азот переходит в азот аммонийный и лишь незначительная часть общего

азота остается в органических соединениях типа аллантоиновой, гипуровой и мочево́й кислот.

Повышение концентрации азота аммонийного объясняется полным гидролизом мочевины, которая и дает прибавку по азоту. Результаты исследований по выращиванию гидропонного корма показали, что снижение общей зольности в питательном субстрате, следовательно, и концентрации калия в нем к концу выращивания зеленого корма происходит при разбавлении мочи не менее чем в 8 и 10 раз, т. е. в тех вариантах, где зольность субстрата была на уровне 1,5–2,0 г/л, а содержание азота общего менее 1000 мг/л.

## Биология и биотехнологии

При меньшей кратности разбавления зольность питательных субстратов к концу опыта повышается. Это объясняется тем, что аммонийный азот, содержащийся в этих вариантах в высоких концентрациях и являющийся антагонистом калия, препятствует поступлению последнего в растение. При этом концентрация калия в субстрате повышается. В результате гидролиза мочевины содержание бикарбонатов увеличивается в два раза.

После гидролиза мочевины аммонийный азот в сточных водах составляет почти 90 % общего азота, концентрация которого в период гидролиза сохраняется примерно на одном уровне. Гидролиз мочевины ведет к резкому повышению pH сточных вод от 7,3 до 9,3. Этот фактор негативно влияет на развитие растений.

Основные показатели формирования биомассы ячменя в зависимости от концентрации субстрата приведены в табл. 4.

Результаты опытов показывают, что разбавление технической водой даже в 8–10 раз не компенсирует ее негативного влияния на формирование биомассы растений. Об этом же свидетельствуют и данные качества корма, приведенные в табл. 5.

Дальнейшие исследования по установлению оптимальной концентрации аммонийного азота и зольных элементов в питательном субстрате из навозосодержащих сточных вод выполнялись после их биохимической подготовки. Химический состав питательных субстратов из сточных вод, прошедших биохимическую подготовку, приведен в табл. 6.

В процессе выращивания зеленого корма на питательном субстрате из сточных вод концентрация азота аммонийного в нем постепенно снижалась и к концу выращивания снижение составляло 30–80 %. Хотя в процентном отношении снижение его при более низких концентрациях выше, чем при высоких, абсолютная величина потребления азота тем больше, чем выше концентрация его в питательном субстрате (рис. 1).

Не менее важным показателем химического состава сточных вод, используемых в качестве питательного субстрата для растений, является содержание в них зольных элементов. Нами были выполнены исследования с целью определения предельно допустимого содержания зольных элементов в питательном субстрате из сточных вод. Критерием такого показателя является постоянство или даже снижение

Таблица 5  
Биохимический состав растений, % на сухую массу  
Table 5  
Biochemical composition of plants, % per dry weight

Вариант <i>Option</i>	Азот общий <i>Total nitrogen</i>	Азот белковый <i>Protein nitrogen</i>	Азот небелковый <i>Non-protein nitrogen</i>	Сырой протеин <i>Crude protein</i>	Сахар общий <i>Total sugar</i>	Сырая клетчатка <i>Crude fiber</i>	Сырой жир <i>Crude fat</i>	Каротин <i>Carotene</i>
I	2,80	2,36	0,44	17,53	15,05	12,61	2,15	Следы <i>Traces</i>
II	3,07	2,37	0,69	19,21	12,53	14,28	2,38	Следы <i>Traces</i>
III	2,93	2,07	0,66	18,33	13,74	15,10	2,46	11,08
IV	3,55	2,24	1,31	22,25	8,14	16,41	3,57	23,73
V	3,80	2,27	1,52	23,77	8,34	20,62	4,37	37,03
Контроль <i>Control</i>	3,50	2,04	1,46	21,88	8,07	23,71	4,02	63,18

Таблица 6  
Химический состав питательных субстратов  
Table 6  
Chemical composition of nutritious substrata

Вариант концентрации $N(NH_4^+)$ , мг/л <i>Option of <math>N(NH_4^+)</math> concentration, mg/l</i>	pH	Показатели, мг/л <i>Indicators, mg/l</i>						
		Сухой остаток <i>Dry extract</i>	Зольность <i>Ash content</i>	$N-NH_4^+$	$P-PO_4$	$K^+$	$HCO_3^-$	Cl
250	6,4	2560,0	1560,0	225,0	5,6	702,5	1098,0	191,7
500	6,3	2720,0	1580,0	475,0	5,6	710,0	1220,0	670,9
1000	6,0	3700,0	1665,0	975,0	5,6	715,0	1220,0	1533,6
2000	5,8	6500,0	2280,0	2375,0	5,6	715,0	1220,0	1476,1
Контроль <i>Control</i>	5,9	1180,0	690,0	42,0	36,0	105,0	Отсутствие <i>Not detected</i>	Следы <i>Traces</i>

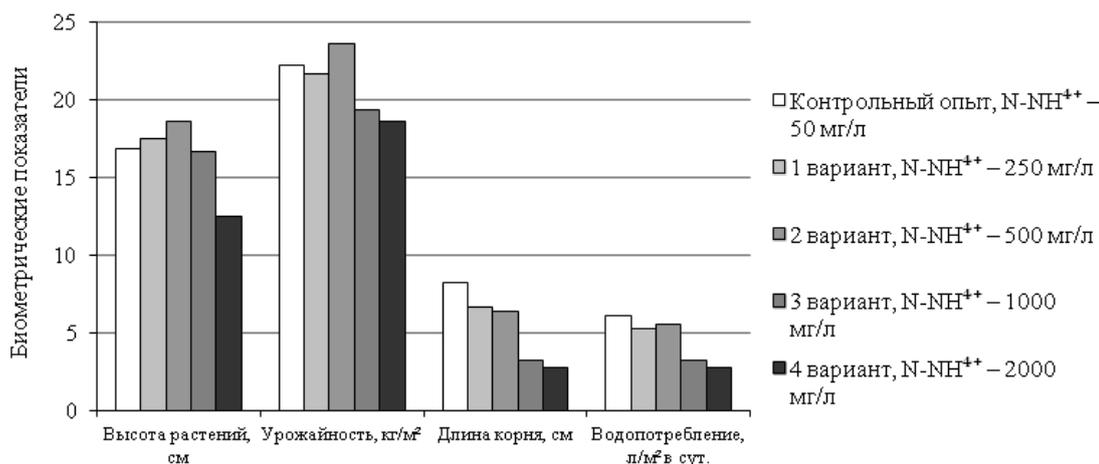


Рис. 1. Влияние аммонийного азота на развитие растений и урожайность гидропонного корма (ячмень)

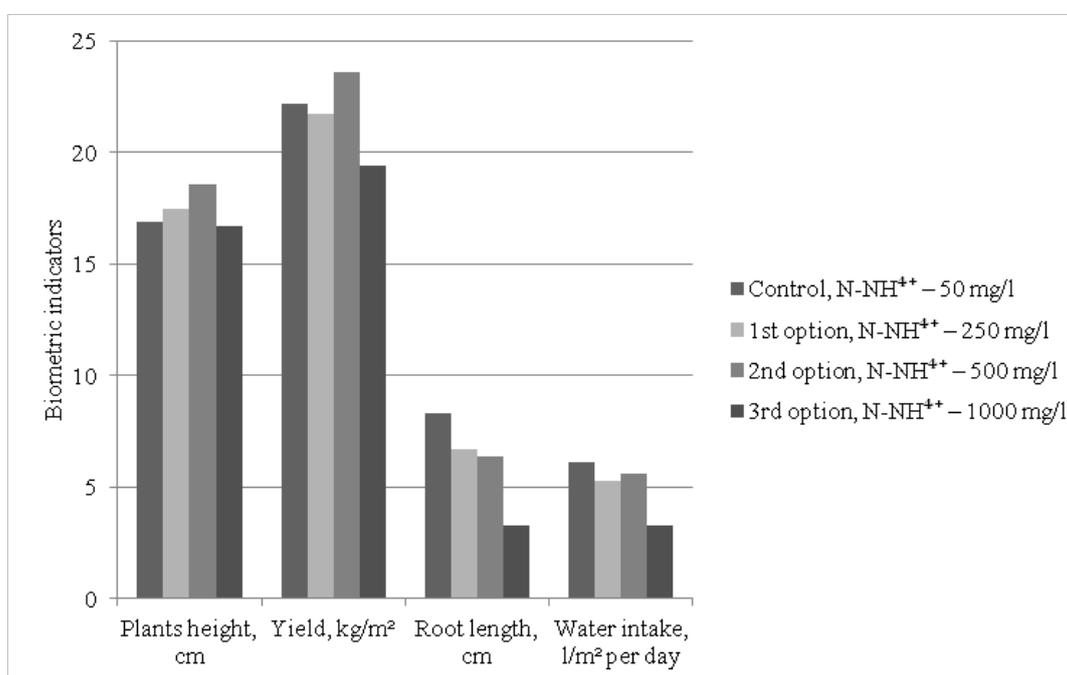


Fig. 1. Influence of ammonium nitrogen on plant growth and hydroponic fodder yield (barley)

зольных элементов в питательном субстрате при утилизации стоков растениями в замкнутой системе гидропоника. В противном случае снижается водопотребление растений, урожайность и ухудшается биохимический состав зеленого корма (отмечается и повышение калия). Исследованы варианты с концентрацией зольных элементов в стоках 2,5; 4,5; 6,0; 10,0; 15,0 г/л. Контрольный вариант – питательный раствор Чеснокова и Базириной. Вариант с зольностью 15 г/л – исходная жидкая фракция навоза с зольностью 10,0; 6,0; 4,5; 2,5 г/л (соответственно разбавленная исходная жидкая фракция навоза), а затем прошедшая биохимическую подготовку в био-фильтре до снижения концентрации аммонийного азота 500 мг/л.

На рис. 2 показано изменение зольности питательных субстратов из сточных вод к концу выращивания, т. е. через 7 дней от начала подачи их растениям. При подаче растениям сточных вод с начальной золь-

ностью 2,5 г/л, она снижается до 1,7 г/л, т. е. на 30 %. Снижение зольности от концентрации 4,5 г/л составляет лишь 6 %, а при начальной зольности 6,0 г/л не отмечено какого-либо заметного изменения, т. е. она остается практически на прежнем уровне.

Использование в качестве питательного субстрата сточных вод с зольностью 10 г/л и 15 г/л ведет к повышению зольности в системе более чем на 2 г/л (20 %) по сравнению с начальной зольностью.

Высокая зольность сточных вод (10–15 г/л) сама по себе отрицательно влияет на рост растений и водопотребление. Так, зольность 2,5; 4,5 и 6,0 г/л на урожайность зеленого корма не влияет; в эксперименте урожайность была на уровне 22 кг/м<sup>2</sup>. Водопотребление растений при этом составляло 5,5 л/м<sup>2</sup> в сутки.

Зольность 10 г/л снижает урожайность зеленого корма до 19 кг/м<sup>2</sup>, а водопотребление до 4,2 л/м<sup>2</sup>.

Выполненные исследования показали нецелесообразность использования в качестве питательного

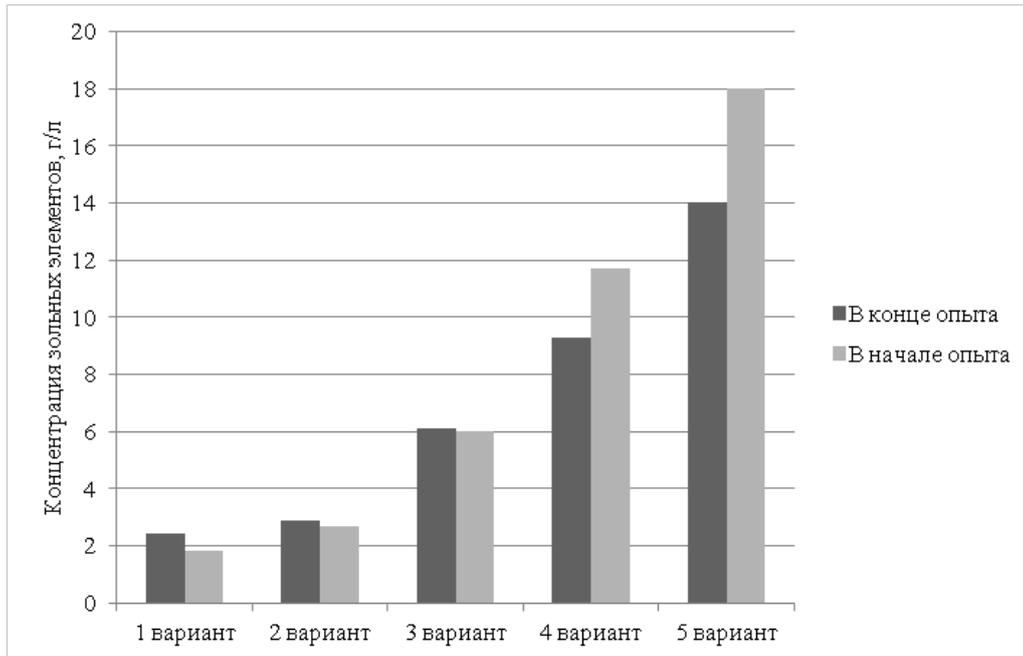


Рис. 2. Изменение зольности питательных субстратов в процессе выращивания зеленого корма

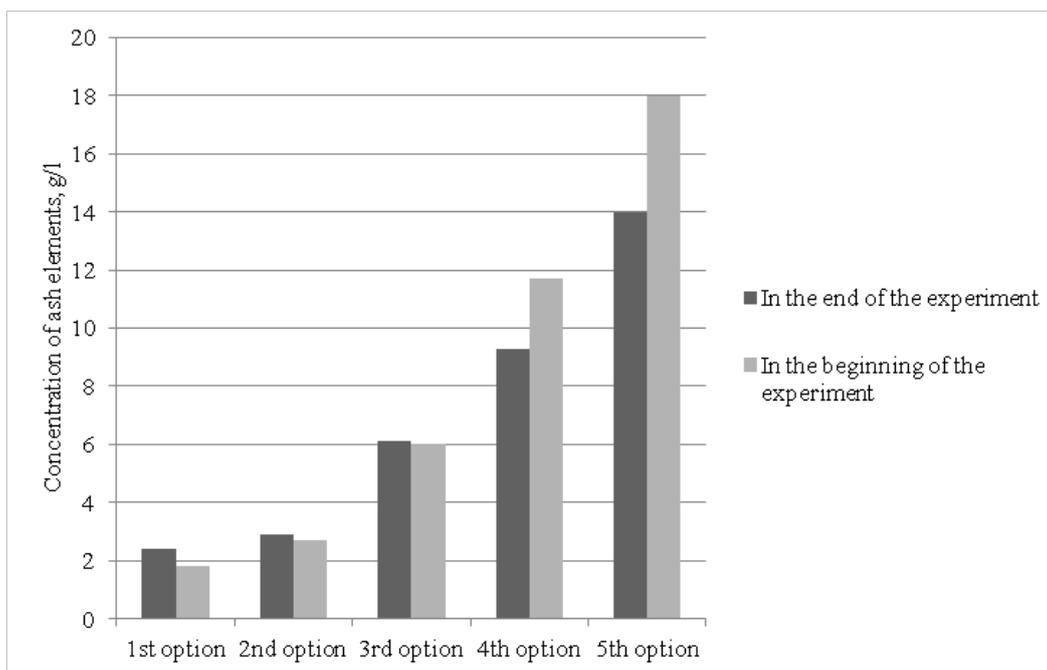


Fig. 2. Changes in the ash content of nutritive substratum in the process of green fodder cultivation

субстрата для выращивания зеленого корма сточных вод с зольностью выше 6 г/л. При подаче сточных вод с более высокой зольностью поступление зольных элементов преобладает над потреблением, что снижает водопотребление растениями, урожайность зеленого корма, а также ухудшает его качество. Так, содержание калия в зеленом корме при использовании сточных вод с зольностью 6 г/л составляет 2,5 %, т.е. не превышает зоотехнических норм, а при зольности 10 г/л – 3,6 %. Для обеспечения работоспособности данной системы, основными параметрами которой являются высокое водопотребление растений и нормальный их рост, необходимо использовать в качестве питательного субстрата для растений сточные

воды с зольностью не выше 6 г/л. Однако следует учитывать, что разбавление навозосодержащих сточных вод до более низкой зольности нецелесообразно и экономически не выгодно, т.к. требуется увеличение площади гидропонника для их утилизации.

Разработанные требования к качеству сточных вод, используемых для проращивания и выращивания зеленого корма, приведены в табл. 7.

Таким образом, по результатам проведенных нами исследований разработана технология подготовки питательного субстрата из навозосодержащих сточных вод. Выращенный на питательном субстрате зеленый корм используется в животноводстве.

Таблица 7  
Агрохимические требования к питательным субстратам, используемым для гидропонного выращивания зеленого корма

Table 7  
**Agrochemical requirements for nutritious substrata used for hydroponic fodder cultivation**

Показатели	Качество сточных вод <i>Waste water quality</i>	
	Для проращивания* <i>For sprouting</i>	Для выращивания <i>For cultivation</i>
pH	6,5–8,5	6,5–8,5
ХПК, мг O <sub>2</sub> /л <i>COD, mg O<sub>2</sub>/l</i>	До 200 <i>Up to 200</i>	До 2000 <i>Up to 2000</i>
БПК, мг O <sub>2</sub> /л <i>BOD, mg O<sub>2</sub>/l</i>	До 60 <i>Up to 60</i>	До 500 <i>Up to 500</i>
Сухой остаток, г/л <i>Dry extract, g/l</i>	До 2 <i>Up to 2</i>	До 10 <i>Up to 10</i>
Прокаленный остаток, г/л <i>Ignited residue, g/l</i>	До 1 <i>Up to 1</i>	До 6 <i>Up to 6</i>
Азот аммонийный, мг/л <i>Ammonium nitrogen, mg/l</i>	До 50 <i>Up to 50</i>	До 500 <i>Up to 500</i>
K <sup>+</sup> , мг/л <i>K<sup>+</sup>, mg/l</i>	–	До 2000 <i>Up to 2000</i>
Na <sup>+</sup> , мг/л <i>Na<sup>+</sup>, mg/l</i>	–	До 500 <i>Up to 500</i>
Ca <sup>2+</sup> , мг/л <i>Ca<sup>2+</sup>, mg/l</i>	–	До 500 <i>Up to 500</i>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л <i>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mg/l</i>	–	До 1000 <i>Up to 1000</i>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л <i>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, mg/l</i>	–	До 500 <i>Up to 500</i>
Cl <sup>-</sup> , мг/л <i>Cl<sup>-</sup>, mg/l</i>	–	До 500 <i>Up to 500</i>
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л <i>CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mg/l</i>	–	До 150 <i>Up to 150</i>

*Примечание: \* Проращивание рекомендуется с использованием хозяйственных сточных вод комплексов, прошедших биохимическую очистку и обеззараживание.*

*Note: \* For sprouting it is advised to use domestic waste water biochemically cleaned and disinfected.*

### Литература

- Hurtwitz E. Conversion to an aerated lagoon extends ponds life // Waste and Sewage Workers. 1963. Vol. 110. № 10. P. 359–362.
- Шифрин С. М., Мишуков Б. Г., Бахрах И. Исследование процесса многоступенчатой биохимической очистки сточных вод откормочного комбината // Санитарная техника (водоснабжение и канализация). 1975. № 10.
- Шифрин С. М., Коган С. Г., Мишуков Б. Г. Разработка и использование аэротанка новой конструкции с пневматическим аэратором для очистки сточных вод свинооткормочных комбинатов // Новые исследования сетей и сооружений водоснабжения и канализации. 1974. № 2. С. 138–148.
- Шифрин С. М., Мишуков Б. Г., Бахрах И. Исследование процесса многоступенчатой биохимической очистки сточных вод откормочного комбината // Санитарная техника (водоснабжение и канализация). 1975. № 23.
- Шифрин С. М., Мишуков Б. Г., Бахрах И., Гурьянова Е. М. Результаты доочистки биохимически очищенных сточных вод в биологическом пруду // Новые исследования сетей и сооружений водоснабжения и канализации. 1976. № 4. С. 113–117.
- Фокина В. Д. Охрана окружающей среды от загрязнения отходами животноводства : обзорная информация. М., 1980. С. 32–23.
- Волков Г. К., Долгов В. С., Гришаев И. Д. Санитарно-гигиенические требования к удалению, хранению и использованию жидкого навоза // Животноводство. 1972. № 9. С. 71–73.
- Асонов А. М., Ильясов О. Р. Водные ресурсы и проблема поверхностного стока // Транспорт Урала. 2004. № 2. С. 20–30.
- Неверова О. П., Ильясов О. Р., Зуева Г. В., Шаравьев П. В. Современные методы утилизации навозосодержащих и сточных вод // Аграрный вестник Урала. 2015. № 1. С. 86–90.
- Ильясов О. Р. Биозащита водоисточников на сельскохозяйственных водосборах от загрязнения стоками птицеводческих предприятий : автореф. дис. ... д-ра биологических наук. Екатеринбург, 2004.
- Судаков В. Г., Ильясов О. Р. Очистка помесодержащих стоков птицеводческих комплексов // Зоотехния. 2005. № 6. С. 27–30.

12. Судаков В. Г., Ильясов О. Р. Поверхностные стоки птицеводческих предприятий // *Ветеринария*. 2004. № 10. С. 39–42.
13. Исследования по выявлению допустимых концентраций сточных вод от сельскохозяйственных комплексов принимаемых на станции биологической очистки фекально-хозяйственной канализации от свиноферм : отчет о НИР. М., 1977.
14. Демидов О. В. и др. Очистка сточных вод откормочных комплексов крупного рогатого скота // *Труды ВНИИВодГЕО*. Вып. 64. М., 1977.
15. Пашковский А. Утилизация сточных вод с ферм промышленного типа // *Международный промышленный журнал*. 1976. № 2.

#### References

1. Hurtwitz E. Conversion to an aerated lagoon extends ponds life // *Waste and Sewage Workers*. 1963. Vol. 110. № 10. P. 359–362.
2. Shifrin S. M., Mishukov B. G., Bakhrakh I. Issledovaniye of process of multistage biochemical sewage treatment of feeding plant // *Sanitary equipment (water supply and sewerage)*. 1975. № 10.
3. Shifrin S. M., Kogan S. G., Mishukov B. G. Development and use of the aero tank of a new design with the pneumatic aerator for sewage treatment the svinootkormochnykh of plants // *New researches of networks and constructions of water supply and the sewerage*. 1974. № 2. P. 138–148.
4. Shifrin S. M., Mishukov B. G., Bakhrakh I. Issledovaniye of process of multistage biochemical sewage treatment of feeding plant // *Sanitary equipment (water supply and sewerage)*. 1975. № 23.
5. Shifrin S. M., Mishukov B. G., Bakhrakh I., Guryanova E. M. Results of tertiary treatment of biochemical purified sewage in a biological pond // *New researches of networks and constructions of water supply and the sewerage*. 1976. № 4. P. 113–117.
6. Fokina V. D. Environmental protection from pollution by waste of livestock production: survey information. M., 1980. P. 32–33.
7. Volkov G. K., Dolgov V. S., Grishayev I. D. Sanitary and hygienic requirements to removal, storage and use of liquid manure // *Livestock production*. 1972. № 9. P. 71–73.
8. Asonov A. M., Ilyasov O. R. Water resources and problem of a superficial drain // *Transport of the Urals*. 2004. № 2. P. 20–30.
9. Neverova O. P., Ilyasov O. R., Zueva G. V., Sharavyev P. V. Modern methods of utilization of waste water containing manure // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015. № 1. P. 86–90.
10. Ilyasov O. R. Bioprotection of water sources on agricultural reservoirs from pollution by drains of the poultry-farming entities :abstract dis. ... dr. of biol. sciences. Ekaterinburg, 2004.
11. Sudakov V. G., Ilyasov O. R. Cleaning of drains containing bird litter in poultry-farming complexes // *Zootechnics*. 2005. № 6. P. 27–30.
12. Sudakov V. G., Ilyasov O. R. Superficial drains of the poultry-farming entities // *Veterinary science*. 2004. № 10. P. 39–42.
13. Researches on detection of admissible concentration of sewage from the agricultural complexes accepted at the station of biological cleaning of the fecal and economic sewerage of pig farms : report on NIR. M., 1977.
14. Demidov O. V. et al. Sewage treatment of feeding complexes of cattle // *Works of All-Russian Research Institute of Sewage, Drainage and Water Supply*. Issue 64. M., 1977.
15. Pashkovsky A. Utilization of sewage from farms of industrial type // *International industrial magazine*. 1976. № 2.