



## УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР С УЧАСТИЕМ АМАРАНТА

В. А. АНДРУСЕНКО,

аспирант,

И. Ю. КУЗНЕЦОВ,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Башкирский государственный аграрный университет (450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34; тел.: 8 (347) 228-07-34; e-mail: vera133188@mail.ru)

**Ключевые слова:** амарант, суданская трава, кукуруза, могоар, содержание, вынос, азот, фосфор, калий.

Сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв возможно при полном возврате использованной растениями и непродуцированной потерянной органической части почв и питательных веществ. Применение амаранта в смешанных посевах повысило содержание азота, фосфора и калия в зеленой массе однолетних трав. Содержание азота в среднем за три года исследований было в пределах 1,32–2,57 % на АСВ. Максимальное количество азота имелось в одновидовых посевах амаранта — 2,41–2,57 %. Наиболее высокое количество фосфора и вынос его с урожаем отмечен в посевах амаранта с суданской травой, кукурузой и могоаром при соотношении 40 + 60 %. В одновидовых посевах наибольшее содержание калия обеспечивали посевы амаранта, оно составляло 3,17–3,36 % на АСВ. Суданская трава, кукуруза и могоар накапливали калий в пределах 1,62–1,69 %, 1,64–1,70 % и 1,64–1,68 % на АСВ. Анализ урожайности одновидовых и смешанных посевов однолетних кормовых трав с участием амаранта показывает продуктивность посевов на уровне 14,11–26,33 т/га зеленой массы на первом уровне планируемой урожайности и 16,21–39,11 т/га — на втором. Вынос азота одновидовыми посевами в среднем за три года составлял 13,20–25,70 кг/т абсолютно сухого вещества (АСВ), фосфора — 1,80–2,20 кг/т АСВ, калия — 16,10–33,70 кг/т АСВ, смешанными посевами — 16,30–21,00, 1,80–2,20 и 17,80–23,80 кг/т АСВ соответственно. Применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания минеральных веществ в зеленой массе и выносу их с урожаем. Наибольший вынос элементов питания с 1 га отмечен в вариантах с соотношением компонентов 80 + 20 и 60 + 40 %.

## YIELD AND REMOVAL OF THE SUPPLY ELEMENTS WHEN SINGLE-SPECIES AND MIXED ANNUAL CROPS FORAGE CROPS, WITH THE PARTICIPATION OF AMARANTH

V. A. ANDRUSENKO,

postgraduate,

I. Y. KUZNETSOV,

candidate of agricultural sciences, associate professor, Bashkir State Agrarian University

(34 50-letiya Ocyabrya Av., 450001, Ufa; tel: +7 (347) 2-28-07-34; e-mail: vera133188@mail.ru)

**Keywords:** amaranth, sudan grass, corn, moharicum italica, maintenance, removal, nitrogen, phosphorus, potassium.

The preservation and the expanded reproduction of soil fertility are possible with a full refund used by plants and unproductive lost organic part of soil and nutrients. The use of amaranth in mixed crops increased content of nitrogen, phosphorus and potassium in green mass of annual grasses. The content of nitrogen on average over three years of research was in the range of 1.32–2.57 % at ADM. The maximum amount of nitrogen was available in single crop amaranth — 2.41–2.57 %. The highest amount of phosphorus and removal with harvest observed in crops amaranth with sudan grass, corn and panic at the ratio of 40 + 60 %. In single-species crops of the highest potassium content was provided by crops amaranth and was 3.17–3.36 % on ADM. Sudan grass, corn and panic accumulated potassium in the range of 1.62–1.69 %, 1.64–1.70 % and 1.64–1.68 % in ADM. The analysis yields single-species and mixed planting annual grasses involving amaranth shows the productivity of crops at the level of 14.11–26.33 t/ha of green mass on the ground level of the planned yield and 16.21–39.11 t/ha on the second. The removal of nitrogen single-species crops on average over the three years was 13.20–25.70 kg/t of dry substance (ADM), phosphorus — 1.80–2.20 kg/t ADM, potassium — 16.10–33.70 kg/t ADM, mixed crops — 16.30–21.00, 1.80–2.20 and 17.80–23.80 kg/t ADM respectively. The use of mineral fertilizers has contributed to the increase in the content of mineral substances in green mass and takes away their harvest. The biggest take-away batteries with 1 ha observed in the variants with the ratio of components 80 + 20 and 60 + 40 %.

Положительная рецензия представлена Ф. А. Давлетовым, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства.



Одним из серьезных недостатков в современном кормопроизводстве России является низкая питательная ценность кормов. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать технологии возделывания смешанных посевов однолетних традиционных кормовых культур с новыми высокобелковыми однолетними кормовыми культурами, представителем которых является амарант [2, 3, 4].

В интенсивном земледелии требуется изучение особенностей круговорота азота, фосфора, калия и других элементов питания растений с целью регулирования их баланса в почве. Знание величины выноса питательных веществ растениями из почвы имеет важное значение для правильного планирования урожайности, прогнозирования потребности в удобрениях и, в конечном счете, регулирования и повышения плодородия почв [5, 6].

#### Цель и методика исследований.

Целью исследований являлось изучение содержания минеральных веществ в фитомассе однолетних и поливидовых посевах однолетних кормовых культур с амарантом сорта «Светлана», определение их выноса с 1 т АСВ и на 1 га. Ставилась задача — определение выноса азота, фосфора и калия одновидовыми и смешанными посевами амаранта с суданской травой, кукурузой и могоаром.

Полевой опыт проводился в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан на опытных полях кафедры растениеводства, кормопроизводства и плодовоовощеводства ФГБОУ ВПО Башкирского ГАУ в 2012–2014 гг. Почва выщелоченный чернозем тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса в почве 8,0–8,4 %. Степень насыщенности основаниями составляет 90,1 %, сумма поглощенных оснований 41,0 мг-экв./кг почвы. Реакция среды в пахотном слое почвы слабокислая ( $pH_{\text{сол.}} 5,4$ ). Технология возделывания однолетних трав в опытах была общепринятой для зоны. Основную обработку почвы осуществляли в сентябре путем вспашки плугом ПЛН-4-35 на глубину 24–26 см. Весной при физической спелости почвы осуществляли закрытие влаги путем боронования тяжелыми боронами БЗТС-1,0 в два следа. До посева проводили две культивации почвы: 6–8 и 4–5 см культиватором КБО-6. Предшественником в опыте являлась кукуруза. Расположение вариантов в опыте последовательное. Минеральные удобрения вносились весной под предпосевную культивацию на 2 уровня планируемую урожайности — 20 т зеленой массы ( $N_{37}P_{38}K_{31}$  — контроль) и на 40 т зеленой массы с 1 га ( $N_{64}P_{76}K_{62}$ ). Учетная площадь делянок 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

#### Результаты исследований.

Содержание азота в среднем за три года исследований было в пределах 1,32–2,57 % на АСВ. Максимальное количество азота имелось в одновидовых посевах амаранта — 2,41–2,57 % в зеленой массе растений на АСВ. В смешанных посевах с суданской травой, кукурузой и могоаром накопление азота было в пределах 1,63–2,10 % на АСВ. На содержание азота в растениях оказали влияние почвенно-климатические условия в годы проведения исследований. Так, при засушливых условиях 2012 г. отмечено увеличение накопления азота в растениях. Внесение минеральных удобрений на 2-ом уровне планируемую урожайности во все годы проведения исследования [www.avu.usaca.ru](http://www.avu.usaca.ru)

ний способствовало повышению содержания азота на 0,48–4,07 %.

Важным элементом в формировании урожая однолетних трав является фосфор. Содержание этого элемента в среднем за три года исследований составляло 0,17–0,22 % на АСВ. Максимальное содержание фосфора отмечалось с одновидовыми посевами суданской травы — 0,21–0,22 % на АСВ. Наиболее высокое количество фосфора и вынос его с урожаем отмечен в посевах амаранта с суданской травой, кукурузой и могоаром при соотношении 40 + 60 %.

В одновидовых посевах наибольшее содержание калия обеспечивали посевы амаранта, и составляло 3,17–3,36 % на АСВ. Суданская трава, кукуруза и могоар накапливали калий в пределах 1,62–1,69 %, 1,64–1,70 % и 1,64–1,68 % на АСВ. Внесение повышенных доз минеральных удобрений способствовало увеличению содержания калия в растениях. В смешанных посевах наибольшее количество калия и его вынос с урожаем отмечен в посевах амаранта с суданской травой, кукурузой и могоаром при соотношении 80 + 20 %.

Анализ урожайности одновидовых и смешанных посевов однолетних кормовых трав с участием амаранта показывает продуктивность посевов на уровне 14,11–26,33 т/га зеленой массы на первом уровне планируемой урожайности и 16,21–39,11 т/га — на втором (табл. 1). Наибольшей продуктивностью среди одновидовых посевов кормовых культур характеризовались посевы суданской травы — 26,94–60,41 т/га зеленой массы.

Проведенный анализ показал, что вынос азота составлял 38,78–158,76 кг/га в одновидовых посевах и 41,96–165,92 кг/га в смешанных (табл. 2, 3). Максимальный вынос этого элемента урожаем однолетних трав отмечался в 2013 г., более благоприятном по погодным условиям. С повышением уровня минерального питания вынос азота увеличивался. В смешанных посевах наибольший вынос азота (102,71–159,57 кг/га) отмечен нами в вариантах амарант + суданская трава и амарант + кукуруза при соотношении 60 + 40 % на первом уровне планируемой урожайности и 80 + 20 % на втором. Установлена высокая корреляционная зависимость между показателем выноса азота с 1 га и урожайностью зеленой массы ( $r = 0,805$ ).

Вынос фосфора с урожаем зеленой массы однолетних трав и их смесей составил в среднем за 3 года 6,82–17,22 кг/га. Наибольшее количество этого элемента имелось в смешанных посевах амаранта и кукурузы при соотношении 20 + 80 % ( $N_{64}P_{76}K_{62}$ ). Установлена высокая корреляционная зависимость между показателем выноса фосфора с 1 га и урожайностью зеленой массы ( $r = 0,947$ ).

Анализ по выносу калия на 1 га посева показал его вынос на уровне 49,34–192,54 кг/га в одновидовых посевах и 58,30–184,29 кг/га в смешанных. Максимальный вынос калия с урожаем отмечен в одновидовых посевах амаранта, он составил 145,06–192,54 кг/га. С повышением уровня минерального питания вынос калия увеличивался.

В смешанных посевах наибольший вынос калия отмечен нами при соотношении 20 + 80 %, при этом в смешанных посевах амаранта и суданской травы вынос калия составил 113,67–184,29 кг, амаранта и кукурузы — 102,09–192,83 кг и амаранта и могоара —

Таблица 1

Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных посевов однолетних трав в зависимости от уровня минерального питания и долевого участия компонентов смеси (т/га, в среднем за 2012–2014 гг.)

Культура	Долевое участие, %	N <sub>32</sub> P <sub>38</sub> K <sub>31</sub>				N <sub>64</sub> P <sub>76</sub> K <sub>62</sub>			
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за три года	2012 г.	2013 г.	2014 г.	в среднем за три года
Амарант	100	18,86	21,72	23,68	21,42	24,60	25,20	30,87	26,89
Суданская трава		23,36	24,36	26,94	24,99	28,30	30,24	32,69	30,41
Кукуруза		22,24	23,15	23,62	23,00	25,87	26,52	30,14	27,51
Могар		15,35	12,70	14,27	14,11	18,02	18,63	18,94	18,53
Амарант + суданская трава	80 + 20	21,48	22,30	24,32	22,70	35,08	35,74	37,60	36,14
Амарант + кукуруза		20,17	20,93	22,41	21,17	35,01	35,83	39,89	36,91
Амарант + могар		12,47	14,97	20,20	15,88	14,30	15,52	28,32	19,38
Амарант + суданская трава	60 + 40	25,60	26,10	27,29	26,33	32,40	35,87	36,76	35,01
Амарант + кукуруза		22,94	24,25	25,26	24,15	34,23	35,28	37,95	35,82
Амарант + могар		10,58	12,53	19,44	14,18	18,56	22,76	25,40	22,24
Амарант + суданская трава	40 + 60	23,54	24,45	27,82	25,27	33,03	36,09	36,91	35,34
Амарант + кукуруза		18,96	21,01	24,50	21,49	35,47	36,48	38,60	36,85
Амарант + могар		16,04	18,91	20,49	18,48	20,70	21,85	26,15	22,90
Амарант + суданская трава	20 + 80	20,28	21,18	22,78	21,41	30,11	31,43	36,38	32,64
Амарант + кукуруза		24,36	20,88	24,81	23,35	37,67	38,18	41,48	39,11
Амарант + могар		11,75	14,29	18,40	14,81	14,33	15,67	18,63	16,21

Таблица 2

Вынос азота (N), фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калия (K<sub>2</sub>O) с урожаем зеленой массы одновидовых и смешанных посевов однолетних трав в зависимости от уровня минерального питания и долевого участия компонентов смеси (N<sub>32</sub>P<sub>38</sub>K<sub>31</sub>, в среднем за 2012–2014 гг.)

Культура	Долевое участие, %	Вынос элементов питания					
		кг/т АСВ			кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Амарант	100	24,67	2,06	31,73	112,52	9,43	145,06
Суданская трава		13,77	2,16	16,20	72,95	11,49	86,04
Кукуруза		15,57	2,06	16,40	76,32	10,14	80,48
Могар		13,97	1,87	16,43	42,00	5,61	49,34
Амарант + суданская трава	80 + 20	19,87	1,83	23,47	96,10	8,88	113,67
Амарант + кукуруза		20,37	2,07	22,60	91,89	9,33	102,09
Амарант + могар		19,47	1,87	21,87	65,54	6,29	74,64
Амарант + суданская трава	60 + 40	18,30	1,73	19,07	102,71	9,74	107,10
Амарант + кукуруза		20,10	2,00	20,30	103,48	10,29	104,63
Амарант + могар		18,30	2,10	19,30	54,94	6,28	58,30
Амарант + суданская трава	40 + 60	17,87	2,07	19,17	96,06	11,12	103,26
Амарант + кукуруза		18,53	2,07	20,73	84,71	9,45	95,07
Амарант + могар		18,07	1,97	19,10	71,05	7,74	75,34
Амарант + суданская трава	20 + 80	17,27	2,07	17,90	78,74	9,43	81,76
Амарант + кукуруза		17,33	1,97	17,97	86,21	9,77	89,35
Амарант + могар		16,87	2,17	18,47	52,97	6,82	58,32

74,64–99,72 кг. Корреляционная зависимость между показателем выноса калия с 1 га и урожайностью зеленой массы высокая ( $r = 0,695$ ).

#### Выводы

Таким образом, при возделывании одновидовых посевов амаранта на выщелоченных черноземах с целью получения планируемых урожаев вынос питательных веществ с 1 т абсолютно сухого вещества (АСВ) составил: азота — 24,67–25,03, фосфора — 2,06–2,07 и калия — 31,73–33,60 кг. При посеве суданской травы (100 %) — 13,77–14,10, 2,16–2,17 и 16,20–16,90 кг, кукурузы (100 %) — 15,57–15,90, 2,06–2,07 и 16,40–17,00 кг и

могара (100 %) — 13,97–14,23, 1,87–1,97 и 16,43–16,83 кг соответственно. При возделывании смешанных посевов амаранта и суданской травы вынос питательных веществ с 1 т абсолютно сухого вещества составил: азота — 17,27–19,93, фосфора — 1,73–2,07 и калия — 17,90–23,90 кг на 1 т растительной массы. В смешанных посевах амаранта и кукурузы вынос составил: азота — 17,33–20,37, фосфора — 1,97–2,07 и калия — 17,97–24,50 кг. При возделывании смешанных посевов амаранта и могара вынос питательных веществ с 1 т АСВ составил: азота — 16,87–19,90, фосфора — 1,87–2,17 и калия — 18,47–24,20 кг.

Таблица 3

Вынос азота (N), фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калия (K<sub>2</sub>O) с урожаем зеленой массы одновидовых и смешанных посевов однолетних трав в зависимости от уровня минерального питания и долевого участия компонентов смеси (N<sub>64</sub>P<sub>76</sub>K<sub>62</sub>, в среднем за 2012–2014 гг.)

Культура	Долевое участие, %	Вынос элементов питания					
		кг/т АСВ			кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Амарант	100	25,03	2,07	33,60	143,19	11,82	192,54
Суданская трава		14,10	2,17	16,90	91,24	14,04	109,59
Кукуруза		15,90	2,07	17,00	93,06	12,10	99,69
Могар		14,23	1,97	16,83	56,22	7,77	66,56
Амарант + суданская трава	80 + 20	19,93	1,87	23,90	153,57	14,38	184,29
Амарант + кукуруза		20,30	2,07	24,50	159,57	16,25	192,83
Амарант + могар		19,90	1,97	24,20	81,48	8,04	99,72
Амарант + суданская трава	60 + 40	18,50	1,87	19,67	138,01	13,94	146,93
Амарант + кукуруза		19,70	2,07	20,83	150,36	15,78	159,19
Амарант + могар		18,53	2,17	19,57	87,67	10,26	92,91
Амарант + суданская трава	40 + 60	18,10	2,07	20,20	136,37	15,58	152,41
Амарант + кукуруза		18,80	2,17	20,67	147,70	17,03	162,52
Амарант + могар		18,20	2,07	19,50	88,67	10,07	95,24
Амарант + суданская трава	20 + 80	17,93	2,07	18,10	124,50	14,35	125,93
Амарант + кукуруза		18,10	2,07	18,10	150,81	17,22	150,97
Амарант + могар		17,20	2,17	18,93	59,29	7,47	65,48

#### Литература

1. Бахтизин Н. Р., Абдрашитов С. А., Гарифуллин Ф. Ш., Хамидуллин М. Х. Биоклиматические ресурсы // Научно обоснованные системы земледелия по зонам Башкирской АССР. Уфа : Башкирское книжное издательство, 1990. С. 17–23.
2. Епифанов В. С., Малышева Л. И. Высокобелковые смеси // Кормопроизводство. 1994. № 1. С. 16–17.
3. Бекузарова С. А., Кузнецов И. Ю., Гасиев В. И. Амарант — универсальная культура. Владикавказ : Колибри, 2014. 180 с.
4. Троц В. Б., Троц Н. М. Химический состав и кормовая ценность фитомассы смешанных посевов суданской травы // Аграрная наука. 2010. № 1. С. 12–14.
5. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М. : АН СССР, 1945. 196 с.
6. Шатилов И. С. Биологические основы полевого травосеяния. М. : ТСХА, 1969. 272 с.

#### References

1. Bahtizin N. R., Abdrashitov S. A., Garifullin F. W., Hamidullin M. H. Bioclimatic resources // Evidence-based farming systems in areas of the Bashkir ASSR. Ufa : Baschbook publishing, 1990. P. 17–23.
2. Epifanov V. S., Malyshev L. I. High-protein mixture // Grassland. 1994. № 1. P. 16–17.
3. Bekuzarova S. A., Kuznetsov I. Y., Gasiev V. I. Amaranth — universal culture. Vladikavkaz : Colibri, 2014. 180 p.
4. Trots V. B., Trots N. M. The chemical composition and feeding value of biomass mixed crop of sudan grass // Agricultural science. 2010. № 1. P. 12–14.
5. Pryanishnikov A. N. Nitrogen in plant life and agriculture of the USSR. M. : Academy of Sciences of the USSR, 1945. 196 p.
6. Shatilov I. S. Biological basis of field grass sowing. M. : Timiryazevskaya Agricultural Academy, 1969. 272 p.