

УДК 633.2:631.524.84(470.344)

## РОСТ И РАЗВИТИЕ AMARANTHUS CRUENTUS L. В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Дмитриева О.Ф.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им И.Н. Ульянова», Чебоксары,  
e-mail: dofal967@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по изучению сроков и способов посева амаранта на зеленую массу и зерно в почвенно-климатических условиях Чувашской Республики. Для начала представлено теоретическое обоснование продуктивности амаранта на основе определения возможной урожайности зеленой массы и зерна по основным факторам климата республики, а именно по теплообеспеченности и влагообеспеченности вегетационного периода, аккумулярованию урожаем приходящей солнечной энергии и на основании этого обоснования возможности возделывания данной культуры, используя различные сроки посева. Одним из таких показателей является биоклиматический потенциал (БКП), баллы которого были рассчитаны и обоснованы на основе анализа сложившихся агрометеорологических условий в годы исследований. Рассчитаны приход фотосинтетически активной радиации (ФАР) и потенциальная биологическая урожайность зеленой массы и зерна амаранта для определения впоследствии теоретических коэффициентов, необходимых для расчета продуктивности культуры по БКП. На основании этого в полевых опытных исследованиях изучены биологические особенности роста и развития амаранта при различных сроках и способах посева, обратив особое внимание на фенологические и морфологические изменения по фазам роста и развития в разные по метеоусловиям годы исследований. Определена продуктивность одного из наиболее распространенных вида амаранта (*Amaranthus cruentus* L.) при трех способах и трех сроках посева. В результате проведенных исследований получены и углублены необходимые сведения по биологическим особенностям амаранта и возможностью возделывания данной культуры на кормовые и зерновые цели в конкретных почвенно-климатических условиях Чувашской Республики.

**Ключевые слова:** амарант, вегетация, рост, развитие, всходы, отрастание, цветение, созревание, почвы, климат, фотосинтез, посев, урожай, зелёная масса

## GROWTH AND DEVELOPMENT OF AMARANTHUS CRUENTUS L. UNDER SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE CHUVASH REPUBLIC

Dmitrieva O.F.

*Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: dofal967@mail.ru*

The article presents the results of studies on the timing and methods of sowing amaranth on green mass and grain under soil and climatic conditions of the Chuvash Republic. A theoretical justification of amaranth productivity is presented on the basis of determining the possible yield of green mass and grain by the main factors of the climate of the Republic, namely, heat and moisture supply of the growing season, accumulation of incoming solar energy by the crop and on the basis of this justification of the possibility of cultivation of this crop using different sowing dates. One of these indicators is bioclimatic potential, the scores of which were calculated and justified on the basis of the analysis of existing agrometeorological conditions in the years of research. The arrival of photosynthetically active radiation and the potential biological yield of green mass and amaranth grain to subsequently determine the theoretical indexes necessary for calculating the productivity of a crop on BCP were calculated. On this basis in the field experimental studies the biological features of growth and development of amaranth at different times and methods of sowing, paying special attention to the phenological and morphological changes in the phases of growth and development in different weather conditions years of research were studied. Productivity of one of the most widespread type of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) is defined at three ways and three terms of sowing. As a result, the necessary information on the biological characteristics of amaranth and the possibility of cultivation of this crop for fodder and grain purposes in specific soil and climatic conditions of the Chuvash Republic were obtained and deepened.

**Keywords:** amaranth, vegetation, growth, development, shoots, regrowth, flowering, maturation, soil, climate, photosynthesis, sowing, crop, green mass

Амарант отличает высокая биологическая урожайность зеленой массы (до 1200 ц/га) и семян (до 45 ц/га). В семенах содержится 16–18% белка с высокой полноценностью аминокислотного состава, гораздо большей, чем у белка пшеницы, кукурузы и даже молока. Незаменимой аминокислоты лизина содержится в два раза больше, чем в белке кукурузы. Зеленая масса амаранта хорошо и отлично поедается всеми видами животных. Из нее

готовят гранулы, брикеты, травяную муку, а в смеси с зеленой массой кукурузы и подсолнечника – хороший комбинированный силос, сбалансированный по белку и другим питательным веществам [1] и обладает антиокс-активностью [2] Сочетание высокой интенсивности фотосинтеза и эффективного использования доступных запасов воды с достаточно активными белоксинтезирующими системами делает это растение перспективным для развития кормовой

базы в определенных агроэкологических условиях [3].

Цель исследования: на основании изучения особенностей роста и развития *A. cruentus* L. в конкретных почвенно-климатических условиях Чувашской Республики выявить возможности использования различных способов и сроков посева вида на зеленую массу.

**Материалы и методы исследования**

Исследования проводились в 2014–2017 гг. Почва опытного участка светло-серая лесная, среднеподзолистая. рН солевой вытяжки составляет 5,4, содержание гумуса по Тюрину – 2,2%, подвижного фосфора по Кирсанову – 12 мг/100 г почвы, обменного калия по Масловой – 12 мг/100 г, сумма поглощенных оснований – 19,6 мг-экв. на 100 г почвы. Мощность пахотного горизонта 21–23 см, рельеф ровный. Судя по агрохимической характеристике, почвы опытного участка не обладают свойствами для получения высоких урожаев амаранта без внесения минеральных удобрений. В опыте был один фон минерального питания. Минеральные удобрения рассчитаны на получение 850 ц/га зеленой массы амаранта балансовым методом согласно общепринятой методике. В итоге, в среднем за годы исследований на фоне расчетных норм удобрений внесено  $N_{150} P_{190} K_{230}$ . Надо добавить, что почва в районе расположения участка на правом берегу реки Волга является загрязненной с экологической точки зрения из-за действия заводов и ТЭЦ. Исследования экологов показали, что выявлено превышение уровня ПДК по содержанию таких веществ, как свинец, формальдегид и ряд других элементов, в почве опытного участка [4]. Но при этом не было замечено каких-либо отклонений в развитии амаранта. Это доказывает, что данное растение имеет способность расти и развиваться на загряз-

ненных почвах. Существуют исследования, и они доказывают высокую устойчивость амаранта к действию вредных элементов из-за выделения корневой системой специальных веществ, очищающих пахотный слой почвы [5].

В опыте сравнивались сроки и способы посева амаранта на зеленую массу и зерно (табл. 1).

Объектом исследований был амарант метельчатый или багряный – *Amaranthus cruentus* L. С чистотой 96% и всхожестью семян 90%. Следует отметить, что амарант относится к мелкосемянным растениям (масса 1000 семян 0,3 г), и часто возникают трудности при проведении посева на глубину 1–1,5 см. Также важно, что данное растение отличается длительным сроком сохранения жизнеспособности и всхожести семян до 20–25 лет [6]. В своих опытах мы использовали семена одного года урожая во все годы исследований и проводили прогревание семян перед посевом. В связи с этим на наш взгляд является актуальным рассмотрение вопроса о возможности использования рассадного способа возделывания амаранта. В этом направлении предусматривается проведение более детальных исследований. По нашему мнению, этот прием особенно актуален при использовании амаранта на декоративные цели, что в настоящее время очень широко применяется в связи с достаточно высокими декоративными свойствами надземной массы и соцветий данного вида растения [7].

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, определяли густоту растений, динамику роста и накопления сырой и сухой биомассы, измеряли площадь листьев, рассчитывали использование приходящей ФАР и ее аккумулярованию листовым аппаратом, определялась продуктивность зеленой массы и зерна амаранта при различных сроках и способах посева.

**Таблица 1**

Схема опыта

Срок посева	Способ посева	Ширина междурядий, см	Густота, тыс. шт./га	Норма высева, кг/га	Срок уборки	
					На зеленую массу	На зерно
25.05.	Рядовой	15	600	1,8	25.08.	15.09.
	Ширококорядный	45	300	0,9		
	Ширококорядный	70	200	0,6		
5.06.	Рядовой	15	600	1,8	5.09.	25.09.
	Ширококорядный	45	300	0,9		
	Ширококорядный	70	200	0,6		
15.06.	Рядовой	15	600	1,8	15.09.	–
	Ширококорядный	45	300	0,9		
	Ширококорядный	70	200	0,6		

### Результаты исследования и их обсуждение

Биоклиматический потенциал (БКП) является показателем, при помощи которого есть возможность рассчитать продуктивность растения в конкретных агрометеорологических условиях любого региона. Поэтому он положен в основу агроклиматического районирования растений и до настоящего времени не имеет более веских аналогов [8]. Его рассчитывают по следующей формуле:

$$\text{БКП} = K_{\text{увл}} \sum t > 10^{\circ}\text{C} / 1000^{\circ}\text{C},$$

где БКП – биоклиматический показатель продуктивности, баллы;

$K_{\text{увл}}$  – коэффициент увлажнения;

$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$  – сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  за вегетацию;

$1000^{\circ}\text{C}$  – сумма температур на границе открытого земледелия.

БКП определяется следующим образом. По агроклиматическому справочнику и бюллетеням [9] находили коэффициент увлажнения и сумму активных положительных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ , накапливаемую как в целом за вегетацию, так и за любой межфазный период роста и развития растения. Далее необходимо знать коэффициент ( $\beta$ ) для конкретного прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР).

ских условиях.  $Y_{\text{пу}}$  (ц/га товарной продукции) рассчитывают по формуле

$$Y_{\text{пу}} = 10^4 \eta K_m \Sigma Q / q [10],$$

где  $\eta$  – КПД ФАР, %;

$\Sigma Q$  – суммарная ФАР за период вегетации, кДж/см<sup>2</sup>;

$Q$  – калорийность биомассы, кДж/кг;

$K_m$  – доля основной продукции (зеленой массы или зерна) в общей биологической массе.

При возделывании амаранта на зеленую массу и зерно за период вегетации аккумулируется различная сумма активных температур, так как уборку зеленой массы амаранта начинают через 90 дней вегетации, зерна – 110 дней. В опытные годы сумма положительных температур за период вегетации и соответственно баллы БКП были различны (табл. 2). При более благоприятных климатических условиях (режим увлажнения и теплообеспеченности) баллы БКП выше. А это является условием для получения более высоких урожаев зеленой массы и зерна амаранта. Наиболее оптимальным и благоприятным годом в Чувашии по теплообеспеченности являются 2016 и 2017 гг., когда суммы температур были на  $100\text{--}200^{\circ}\text{C}$  выше, чем в остальные годы, и соответственно баллы БКП на 0,1–0,2 оказались выше.

Таблица 2

Биоклиматический потенциал продуктивности посевов амаранта, баллы

Срок посева	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$		Коэффициент увлажнения						
	зеленая масса	зерно	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
25.05.	1542		1,08	1,16	1,24	1,31	1,39	1,47	1,55
		1813	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,72	1,81
5.06.	1539		1,08	1,15	1,23	1,31	1,38	1,46	1,54
		1808	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,72	1,81
15.06.	1513	–	1,06	1,13	1,21	1,29	1,36	1,44	1,46

Далее биологическую урожайность определяют по формуле

$$Y = \beta \text{БКП}.$$

$\beta$  рассчитывают по результатам экспериментальных исследований. Для этого определяют потенциальную урожайность.  $Y_{\text{пу}}$  – это та величина, которая может быть получена в идеальных метеорологических условиях (воды, тепла, воздуха и питательных веществ достаточно). Она зависит от прихода ФАР, агрофона, биологических особенностей растений и уровня агротехники. Последние три фактора определяют КПД посева в идеальных метеорологиче-

В среднем же за годы опытов из-за более растянутой вегетации, а значит, и большей суммы температур, при возделывании амаранта на зерно БКП увеличился на 0,21–0,26 балла, чем при получении зеленой массы, и составлял в зависимости от коэффициента увлажнения от 1,27 до 1,81 балла. Здесь также следует отметить, что от ранних сроков посева к поздним БКП почти не изменялся как при возделывании на зерно в первые два срока посева, так и на зеленую массу во все три изучаемые срока посева. Так, при уборке зеленой массы БКП равен 1,09–1,56 баллам при посеве 25 мая; 1,08–1,54 – 5 июня

и 1,06–1,51 баллам – 15 июня при различных условиях увлажнения. В случае уборки на зерно БКП имел одинаковые значения – от 1,27 до 1,81 балла при посеве 25 мая и 5 июня. Отсюда следует, что от ранних сроков посева к более поздним БКП практически не изменялся, что приводит к заключению о реальной возможности возделывания амаранта в конкретных климатических условиях Чувашии с конца мая до середины июня.

Чтобы определить потенциальную урожайность зеленой массы и зерна амаранта при различных сроках посева в Чувашии, надо знать приход ФАР за период вегетации, теплотворную способность зеленой массы и зерна и переводной коэффициент  $K_m$  [11].

По расчетам за период вегетации амаранта на зеленую массу приход суммарной ФАР составляет 90 кДж/см<sup>2</sup>, на зерно – 101,4 кДж/см<sup>2</sup> при посеве 25 мая; соответственно 84 и 95 кДж/см<sup>2</sup> – 5 июня; 79 кДж/см<sup>2</sup> – 15 июня (зерно не вызрело во все годы исследований). Теплотворная способность 1 кг зеленой массы равна 20110 кДж, 1 кг зерна – 21771 кДж. Коэффициент  $K_m$  при расчете на 82%-ную влажность зеленой массы составляет 5,556 (100%:18%). При соотношении зерна к листостебельной массе, равном 1:7,5,  $K_m$  составляет 0,118 (1:8,5) при расчете на абсолютно сухое зерно или 0,134 – на зерно с 12%-ной влажностью. Соответственно, используя все данные для формулы, при оптимальном усвоении 3% ФАР потенциальная товарная урожайность составила 738 ц/га зеленой массы (табл. 3) и 18,7 ц/га зерна. Здесь следует отметить, что в своих исследованиях мы рассчитали потенциальную урожайность амаранта в изучаемые сроки посева при всех возможных уровнях использования доступной солнечной энергии от 1% до 5% усвоения ФАР. Например, при среднем уровне коэффициента использования ФАР в 2% урожайность равна 490 ц/га зеленой массы при посеве 25 мая, 455 ц/га – 5 июня и 423 ц/га – 5 июня. При высоком агрофоне, оптимальных почвенно-климатических условиях и учитывая высокую продуктивность надземной массы амаранта, т.е. при 5% использования ФАР урожайность соответственно срокам посева составляла 1110, 1145 и 1060 ц/га. Данные показатели говорят о высоком потенциале амаранта накапливать биомассу при посеве в различные сроки, вплоть до

конца июня в условиях Чувашии, что связано с принадлежностью амаранта к группе С4-растений с более активным прохождением фотосинтетических реакций [12].

Коэффициент  $\beta$ , приходящий на каждый балл БКП при коэффициенте увлажнения, равном 1,0, составляет 509 ц/га зеленой массы (738 ц/га:1,45 балла) и 11,3 ц/га зерна (18,7 ц/га:1,66 балла). Нами рассчитаны потенциальные урожайности зеленой массы и зерна и теоретические коэффициенты  $\beta$  соответственно всем изучаемым срокам посева при различных баллах БКП для условий Чувашии.

Нами отмечено, что с некоторым уменьшением прихода ФАР от ранних сроков посева к более поздним потенциальная урожайность зеленой массы снижалась незначительно, а именно, на 36 ц/га от первого ко второму и на 51 ц/га – от второго к третьему срокам посева. Разница в урожайности зерна составляла всего 1,2 ц/га. При одном уровне урожая зеленой массы и зерна теоретический коэффициент  $\beta$ , приходящийся на каждый балл климата, уменьшался с увеличением коэффициента увлажнения, суммы температур и самого БКП. Чем менее благоприятны климатические условия, тем больший коэффициент  $\beta$  должен соответствовать каждому баллу БКП. Так, в наших исследованиях при посеве 25 мая с увеличением БКП с 1,08 до 1,55 баллов теоретически обоснованный коэффициент  $\beta$  снижался от 681 при коэффициенте увлажнения 0,7 до 474 ц/га зеленой массы при коэффициенте увлажнения 1,0. Аналогичная ситуация сложилась и с другими сроками посева. А именно, при посеве 5 июня  $\beta$  снизился от 674 до 454 ц/га; 15 июня – от 611 до 429 ц/га зеленой массы. В среднем же на каждый балл климата приходилось 450–690 ц/га зеленой массы амаранта. В случае с зерном  $\beta$  снижался соответственно от 14,7 до 10,8 ц/га – 25 мая и от 13,8 до 9,7 ц/га – 5 июня.

Таким образом, используя биоклиматический потенциал продуктивности, который объединяет в себе основные факторы климата, можно прогнозировать продуктивность амаранта при различных сроках его посева. Реальные же условия климата Чувашии в целом соответствуют требованиям амаранта и гарантируют получение стабильных и достаточно высоких урожаев зеленой массы во все три изученные сроки посева и зерна при посеве в более ранние сроки.

Таблица 3

Потенциальная урожайность по приходу ФАР и фактическая урожайность зеленой массы амаранта при различных сроках и способах посева, ц/га (среднее за 2014–2017 гг.)

Срок посева	Способ посева	Ширина междурядья, см	Потенциальная урожайность, ц/га при КПД ФАР					Фактическая урожайность, ц/га
			1%	2%	3%	4%	5%	
25.05.	Рядовой	15	246	492	738	984	1230	640
	Ширококорядный	45						800
	Ширококорядный	70						840
5.06.	Рядовой	15	233	466	699	932	1165	530
	Ширококорядный	45						860
	Ширококорядный	70						880
15.06.	Рядовой	15	216	432	648	864	1080	650
	Ширококорядный	45						910
	Ширококорядный	70						950
НСР <sub>0,5</sub>								52,3
НСР <sub>0,5</sub> <sup>A</sup> (способ посева)								30,1
НСР <sub>0,5</sub> <sup>B</sup> (срок посева)								30,1

За период вегетации амарант проходит следующие фазы роста и развития: всходы, отрастание, выметывание, цветение и созревание семян, которое проходит в три этапа (молочная, молочно-восковая и полная спелость) [13]. В исследованиях нами установлены сроки наступления всех фаз и отмечены межфазные периоды в зависимости от сроков и способов посева. Нами отмечено, что наступление фенологических фаз и их продолжительность зависят от температурного режима воздуха и почвы, количества осадков, влажности почвы, способов посева и в небольшой степени от сроков посева.

Установлено, что лимитирующим фактором для появления всходов амаранта являются температура воздуха и почвы на глубине 10 см в более ранние сроки посева и влажность почвы при посеве в более поздние сроки. Поэтому продолжительность появления всходов колебалась не только по годам, но и по срокам посева. В более благоприятные годы всходы начали появляться на 4–5 день, в менее благоприятные – только через 10–12 дней.

Наиболее растянутой фазой развития является фаза отрастания, которая составляла 25–35 дней в зависимости от температурного режима, способов посева, в меньшей степени от условий увлажнения и сроков посева. В начале данной фазы растения росли очень медленно, но при этом развивалась активно корневая система. Начиная с середины данной фазы интенсивность роста достигала до 4–5 см в сутки. Было

отмечено, что растения второго и третьего сроков посева быстрее переходили к активным ростовым процессам и формировали более мощную надземную массу по причине более высоких температур воздуха в этот период лета. Способ посева повлиял на продолжительность, и во все годы исследований, начиная с этого момента в развитии амаранта наблюдалась разница в продолжительности прохождения остальных будущих фаз. В ширококорядных посевах, особенно с шириной междурядий 70 см, все межфазные периоды были короче на 3–5 дней, чем в рядовых посевах, что связано с конкуренцией крупных светолюбивых растений за свет в более загущенных посевах. Наиболее короткой фенофазой является выметывание, которое длилось в зависимости от условий освещения 8–12 дней. Растения к этому периоду достигают максимальной высоты, но продолжают расти менее активными темпами.

Отдельно хотелось бы остановиться на развитии листовой поверхности в этот период, так как именно листостебельная масса формирует будущую мощную продуктивность растения. По нашим данным и данным ряда авторов [14, 15] независимо от сроков и способов посева в середине фазы отрастания площадь листьев одного растения была незначительной, но к уборке она возрастала в 6–7 раз в рядовых посевах и в 10–13 раз – в ширококорядных.

Так как амарант является засухоустойчивой культурой, то количество выпадающих осадков при всех способах и сроках

посева не оказывали заметного влияния на продолжительность фаз, за исключением последующих фаз цветения и созревания семян. Цветение амаранта также очень продолжительное и в наших исследованиях составляло от 27 до 35 дней в зависимости от погодных условий. Были случаи, когда в условиях пасмурной и прохладной погоды цветение продолжалось более 40 дней. В такие годы обычно не происходит полноценного опыления цветков и не наблюдается образование большого количества семян. С середины августа у амаранта начинается созревание семян. Полная спелость семян в условиях Чувашии возможна только при посеве в более ранние сроки, при сухой и солнечной осенней погоде и в широкорядных посевах, особенно с шириной междурядий 70 см.

Следует также отметить, что амарант относится к растениям короткого дня, и поэтому в наших условиях длинного светового дня он обладал гигантизмом и, соответственно хорошо наращивал надземную листовую массу при посеве 5 и 15 июня, когда начальное развитие растений происходило при самых длинных световых днях (табл. 3).

Поэтому при более поздних и в широко-рядных посевах урожайность зеленой массы составила 880–950 ц/га, в рядовых посевах и в более ранние сроки посева урожайность была соответственно ниже и колебалась в годы исследований от 550 до 650 ц/га. Урожайность зерна в широко-рядных посевах при первом сроке посева колебалась в зависимости от погодных условий от 18 до 20 ц/га, в рядовых посевах и во второй-третий сроки посева вызревание семян до полной спелости не наблюдалось.

### Заключение

Таким образом, используя биоклиматический потенциал продуктивности, можно прогнозировать возможности возделывания амаранта в почвенно-климатических условиях Чувашской Республики. По результатам исследований доказано, что амарант для получения зеленой массы можно высевать различными способами посева с шириной междурядий 15, 45 и 70 см и в различные сроки, вплоть до конца июня. Зеленую массу поздних сроков посева можно использовать в качестве подкормки при скормли-вании животным в свежем виде до конца сентября. Это может позволить решить проблему дефицита белка в системе зеленого конвейера. Исследования, проведенные по

уточнению способа и срока посева на зерно, показали преимущество широко-рядных посевов перед рядовыми и ранних сроков посева в конце мая перед более поздними в июне.

### Список литературы / References

1. Бекузарова С.А., Кузнецов И.Ю., Гасиев В.И. Амарант – универсальная культура. Владикавказ: Colibri, 2014. 180 с.
2. Bekuzarova S.A., Kuznetsov I.Yu., Gasiyev V.I. An amaranth – universal culture. Vladikavkaz: Colibri, 2014. 180 p. (in Russian).
3. Баранова Т.В., Соколенко Г.Г. Исследования антиоксидантной активности амаранта в условиях Центрально-Черноземного региона // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2012. № 7. С. 24–27.
4. Baranova T.V., Sokolenko G.G. A study into the antyoxidantive activity of amaranth in the conditions of a black-soil region // Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvenny'e i medicinskie nauki. 2012. № 7. P. 24–27 (in Russian).
5. Саратовский Л.И., Саратовский А.Л. Зерновой и кормовой амарант: монография. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. 254 с.
6. Saratov L.I., Saratov A.L. Zernova and fodder amaranth: monograph. Voronezh: FGBOU VPO Voronezh GAU, 2014. 254 p. (in Russian).
7. Иванов С.А., Дмитриева О.Ф., Кульмакова Н.И., Дмитриев Ю.О. Загрязненность токсичными веществами почвы береговой зоны реки Волги в окрестностях Чебоксарской ГЭС // Экология человека. 2016. № 5. С. 3–8.
8. Ivanov S.A., Dmitrieva O.F., Kulmakova N.I., Dmitriev Yu.O. Soil Pollution from Toxins of the Volga River Shoreland in the Area of Cheboksary Hydropower Station // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2016. № 5. P. 3–8 (in Russian).
9. Дмитриева О.Ф. Особенности роста и развития амаранта в почвенно-климатических условиях чувашской республики // Единство и идентичность науки: проблемы и пути решения. Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции (Тюмень, 8 февраля 2018 г.). Уфа: Агентство международных исследований, 2018. С. 4–6.
10. Dmitriyev O.F. Features of growth and development of an amaranth in soil climatic conditions of the Chuvash Republic // Unity and identity of science: problems and solutions. The collection of articles following the results of the international scientific and practical conference (Tyumen, on February 8, 2018). Ufa: Agency of the international researches, 2018. P. 4–6 (in Russian).
11. Дмитриева О.Ф. Особенности роста и развития *Amaranthus cruentus* L. при различных сроках и способах посева в почвенно-климатических условиях Чувашской Республики // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2014. № 4 (84). С. 63–67.
12. Dmitrieva O.F. Characteristics of Growth and Development of *Amaranthus Cruentus* L. Under Different Terms and Methods of Sowing in the Soil and Climatic Conditions of the Chuvash Republic // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva. 2014. № 4 (84). P. 63–67 (in Russian).
13. Фадеева Н.А., Дмитриева О.Ф. Влияние сроков посева на развитие рассады мелкосемянных цветочных культур // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 2 июня 2017 г.). Чебоксары: ЧГСА, 2017. С. 45–48.
14. Fadeyeva N.A., Dmitriyeva O.F. Influence of sowing time on development of seedling of melkosemyanny flower cultures//Rational environmental management and social and

economic development of rural territories as basis of effective functioning of agrarian and industrial complex of the region. Materials of the All-Russian scientific and practical conference (Cheboksary, on June 2, 2017). Cheboksary: ChGSHA, 2017. P. 45–48 (in Russian).

8. Дмитриева О.Ф. Агротехника возделывания амаранта багряного в условиях Чувашии: автореф. дис. ... канд. сел.-хоз. наук. Москва, 1993. 33 с.

Dmitriyev O.F. Agrotechnika of cultivation of an amaranth crimson in the conditions of Chuvashia: the abstract of the thesis for a degree of the candidate of agricultural sciences. Moscow, 1993. 33 p. (in Russian).

9. Агrometeorологический бюллетень по Чувашской Республике за 2013–2017 гг. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nnov.meteorf.ru/> (дата обращения: 11.09.2018).

The agrometeorological bulletin across the Chuvash Republic for 2013–2017. Federal state budgetary institution «The Upper Volga Department on Hydrometeorology and Monitoring of the Environment» [Electronic resource]. Access mode: <https://www.nnov.meteorf.ru/> (date of access: 11.09.2018) (in Russian).

10. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. М.: Росагропромиздат, 1989. 368 с.

Kayumov M.K. Programming of efficiency of field cultures. M.: Rosagropromizdat, 1989. 368 p. (in Russian).

11. Можаяев Н.И., Серикпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж. Программирование урожая сельскохозяйственных культур: учебное пособие. Астана: Фолиант, 2013. 160 с.

Mozhaev N.I., Serikpayev N.A., Stybayev G.Zh. Programming of harvests of crops: manual. Astana: Foliant, 2013. 160 p. (in Russian).

12. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 512 с.

Medvedev S.S. Physiology of plants: textbook. SPb.: BHV-St. Petersburg, 2012. 512 p. (in Russian).

13. Железнов А.В. Амарант – хлеб, зрелище и лекарство // Химия и жизнь. 2005. № 6. С. 56–61.

Zheleznov A.V. Amaranth – bread, show and medicine // *Ximiya i zhizn'*. 2005. № 6. P. 56–61 (in Russian).

14. Саратовский Л.И., Федотов В.А., Комаревцев Е.А. Сроки и способы уборки семян амаранта // Растениеводство: научные итоги и перспективы: сборник научных статей. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. С. 129–133.

Saratov L.I., Fedotov V.A., Komarevtsev E.A. Terms and ways of cleaning of seeds of an amaranth // *Crop production: scientific results and prospects: collection of scientific articles*. Voronezh: FGBOU VPO Voronezh GAU, 2013. P. 129–133 (in Russian).

15. Саратовский Л.И., Ващенко Е.Г., Федотов В.А., Каззян В.В. Элементы сортовой технологии выращивания амаранта в степной зоне центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (56). С. 22–31. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.1.22.

Saratovskiy L.I., Vashchenko T.G., Fedotov V.A., Kazzyan V.V. The Elements of Varietal Technology for Amaranth Growing in the Steppe Zone of the Central Chernozem Region // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. № 1 (56). P. 22–31 (in Russian).