

**ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ АМАРАНТА  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИББЕРСИБА**Е.П. ИВАНОВА<sup>1</sup>, Л.Л. КИРИЛЛОВА<sup>2</sup>, Г.Н. НАЗАРОВА<sup>1</sup>

Амарант (*Amaranthus caudatus* L.), широко используемый во всем мире как ценная пищевая культура, в России не имеет достаточного распространения по ряду причин. Одна из них — физиологические особенности, среди которых низкая всхожесть семян и наличие фазы скрытого роста 2-недельных проростков, когда развивается только корневая система. Такие особенности обуславливают чувствительность культуры к внешним условиям и частую гибель в посевах. Гибберсиб, относящийся к группе препаратов на основе натуральных экологически безвредных соединений (в его состав в качестве действующего вещества входит смесь нескольких гиббереллинов, продуцируемых грибом *Gibberella moniliformis* Wineland), применяется на многих культурах. Задача исследовать его влияние на урожайность овощного амаранта впервые была поставлена нами. Также представляло интерес выяснить, может ли этот препарат устранить диспропорцию органов в начале развития растений амаранта и ускорить их рост на более поздних этапах. У овощной формы амаранта установлено заметное повышение всхожести семян после замачивания в 10<sup>-5</sup> % водном растворе гибберсиба и ускорение развития проростков в первые 2 нед. На более поздних этапах развития урожайность растений, полученных из обработанных семян, значительно повышается в сравнении с контролем. В листьях таких растений увеличиваются активность ассимиляции азота и содержание общего белка, возрастает активность фотосинтетического аппарата. Воздействие на семена амаранта повышенной температуры и влажности приводит к снижению как их всхожести, так и физиолого-биохимических показателей выращенных растений. Предпосевная обработка гибберсибом полностью устраняет последствия воздействия неблагоприятных факторов. Рекомендуется применение гибберсиба для улучшения качества посевного материала амаранта, повышения выживаемости, адаптации растений, их продуктивности и питательности.

Ключевые слова: амарант, гиббереллины, всхожесть семян, онтогенез, продуктивность, содержание белка, нитратредуктаза, скорость фотосинтеза.

Амарант (*Amaranthus caudatus* L.) в настоящее время широко используется во всем мире как ценная пищевая культура, однако в России по ряду причин недостаточно распространен. Одна из проблем интродукции связана с особенностями этой культуры: у семян амаранта размер и масса очень малы и, как следствие, их всхожесть низкая, а через неделю после появления проростков наступает состояние скрытого роста, во время которого интенсивно развивается корневая система и останавливается рост надземной части (1). Такие особенности обуславливают чувствительность культуры к внешним условиям и частую гибель в посевах. Разработаны различные агротехнические приемы, способствующие увеличению всхожести семян, выживанию, адаптации растений, повышению их продуктивности и качества урожая. Один из них — применение регуляторов роста. Особенно привлекательны препараты на основе натуральных, экологически безвредных соединений, например, фитогормонов и природных гормоноподобных веществ. Ранее мы изучили цитокининовое стимулирующее действие 4-гидроксифенэтилового спирта (ГФЭС) бактериального происхождения на рост и развитие растений овощного амаранта (2). Было установлено, что обработка семян амаранта 10<sup>-6</sup> М водным раствором ГФЭС значительно увеличивала их всхожесть и полностью восстанавливала ее при снижении в результате воздействия неблагоприятных факторов, способствовала выживанию проростков, стимулировала рост и повышала урожайность растений. Полученные результаты позволили рекомендовать ГФЭС для практического применения (3). Гиббереллины, как и цитокинины, — фитогормоны со стимулирующим эффектом (4). Смесь нескольких гиббереллинов, продуцируемых культурой гриба *Gibberella moniliformis* Wineland, в качестве действующего вещества входит в состав препарата гиббер-

сиб, который широко применяется для повышения урожайности овощных и плодово-ягодных культур (томатов, картофеля, капусты, винограда и др.).

Нами было впервые предпринято исследование действия гибберсиба на культуру овощного амаранта. Известно, что гиббереллины стимулируют прорастание семян (4), поэтому мы исследовали влияние препарата на всхожесть семян амаранта. Поскольку у сформировавшихся растений гиббереллины стимулируют рост надземной части, но не влияют на развитие корневой системы (4), также представляло интерес выяснить, возможно ли, используя обработку гибберсибом, устранить диспропорцию органов растений амаранта в начале развития и ускорить их рост на более поздних этапах.

Имеются данные о стимулирующем действии гиббереллинов на фотосинтез (5). Установлено, что при этом ускоряется фотосинтетическое фосфорилирование и, как следствие, повышается содержание АТФ как одного из основных продуктов этого процесса. У растений, как известно, рост и развитие находятся в прямой зависимости от интенсивности фотосинтеза (6). Оптимизация функционирования фотосинтетического аппарата при помощи регуляторов роста — реальная возможность повысить урожайность и продуктивность.

Главная пищевая ценность амаранта в том, что он служит источником белка, превосходящего по усвояемости белок не только зерновых, но и бобовых культур. По составу аминокислот белок амаранта идеально сбалансирован и близок к животному из-за значительного количества серосодержащих и незаменимых аминокислот. Данные о влиянии гиббереллинов на усвоение азота растениями и превращение в них азотистых соединений, в общем, очень противоречивы. Однако в зависимости от вида растения и способа применения гиббереллины могут стимулировать ассимиляцию азота растениями и увеличивать в них содержание белка (7).

Известно также свойство гиббереллинов повышать устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды (4).

Мы изучили возможность применения препарата гибберсиб для повышения устойчивости, урожайности и питательности амаранта. С этой целью исследовали влияние предпосевной обработки препаратом на скорость электронного транспорта, фотосинтетического фосфорилирования в хлоропластах и на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) листьев; контролировали содержание азота, общего белка, активность нитратредуктазы в тканях листьев; оценили действие гибберсиба на семена, подвергшиеся воздействию неблагоприятных факторов, и состояние растений, полученных из таких семян.

*Методика.* Использовали семена овощной формы амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173), полученные из Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур (Московская обл.) и препарат гибберсиб (ПО «Сиббиофарм», Россия).

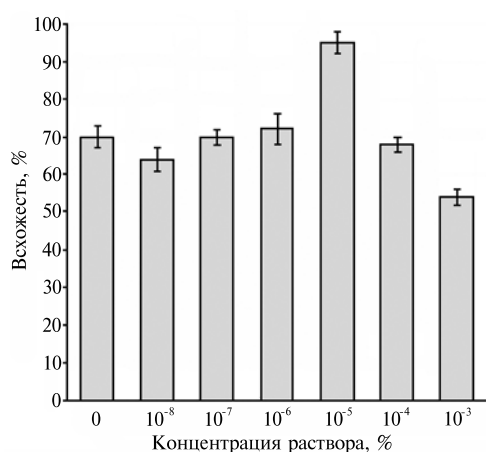
Предпосевная обработка семян амаранта зависела от задачи эксперимента. В I варианте (определение всхожести) семена с исходной всхожестью 70 % замачивали в водных растворах гибберсиба (диапазон концентраций —  $10^{-8}$ - $10^{-3}$  %, опыт) или в дистиллированной воде (контроль) на 24 ч, высушивали в слабом токе воздуха при комнатной температуре. Во II варианте (определение ростовых и физиолого-биохимических показателей растений) семена с исходной всхожестью 70 % обрабатывали  $10^{-5}$  % раствором гибберсиба (опыт) или дистиллированной водой (контроль) в том же режиме, что и в I варианте, и получали из них растения. В III варианте (изучение эффекта стимулятора на фоне искусственного старения)

использовали семена с исходной всхожестью 90 %, которые замачивали в воде, как описано выше (контроль), или подвергали искусственному старению (ИС, опыт) в течение 2 и 4 сут при +41 °С и относительной влажности воздуха 100 % (6). Часть «состаренных» семян обрабатывали 10<sup>-5</sup> % раствором гибберсиба.

При определении всхожести оценивали долю семян, проросших на влажной фильтровальной бумаге (чашки Петри, 72 ч при 24 °С). Для выращивания растений по 10 откалиброванных проростков высаживали в сосуды с песком (по 3 сосуда на каждый вариант эксперимента) и культивировали с использованием питательной среды Кнопа при температуре 24 °С, 14-часовом фотопериоде и освещенности 150 Вт · м<sup>-2</sup>.

Биометрические показатели растений учитывали каждые 15 сут до даты сбора урожая (115-е сут), продуктивность — по приросту биомассы. В суспензии изолированных хлоропластов (8) из листьев 45-суточных растений определяли содержание хлорофилла (9) и оценивали их фотохимическую активность по скорости электронного транспорта (10) и фотофосфорилированию (11). В листьях также определяли активность нитратредуктазы (НР) и количество нитрита (12), содержание элементарного азота (13) и общего белка (14). ЧПФ листьев за период с 45-х по 60-е сут рассчитывали по методу Ничипоровича (15).

В статье приведены результаты одного характерного эксперимента из пяти. Биометрические параметры определяли у 30 растений. Повторность биохимических анализов 3-кратная. Статистическую обработку данных проводили с использованием программ Microsoft Excel.



**Рис. 1.** Всхожесть семян овощного амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173) в зависимости от концентрации растворов препарата гибберсиб, использованных для обработки (лабораторный опыт).

**Результаты.** С учетом свойств гиббереллинов и для облегчения процедуры подготовки материала в качестве способа воздействия мы выбрали предпосевную обработку. Исходная всхожесть исследованных семян амаранта составляла 70 %. Было установлено, что действие гибберсиба зависит от концентрации раствора (рис. 1). Максимальная всхожесть составляла 95 % при концентрации препарата 10<sup>-5</sup> %; при 10<sup>-3</sup> % отмечалось снижение всхожести с 70 до 54 %. При прочих концентрациях исследуемого препарата эффект отсутствовал. Это соответствует данным о свойстве фитогормонов оказывать стимулирующее действие в строго определенном диапазоне

концентраций, превышение которых приводит к ингибированию.

Предпосевная обработка гибберсибом влияла на развитие проростков амаранта таким образом, что критическое состояние скрытого роста у них не наступало. На 15-е сут проростки, выращенные из обработанных семян, значительно превосходили контрольные: по массе превышение составило 138 %, по высоте — 84 % (рис. 2). Очевидно, что в результате обработки семян гибберсибом у полученных проростков надземная часть не прекращала рост и в то же время наблюдалось некоторое ускорение роста корней в сравнении с контролем. Длина корня у контрольных растений со-

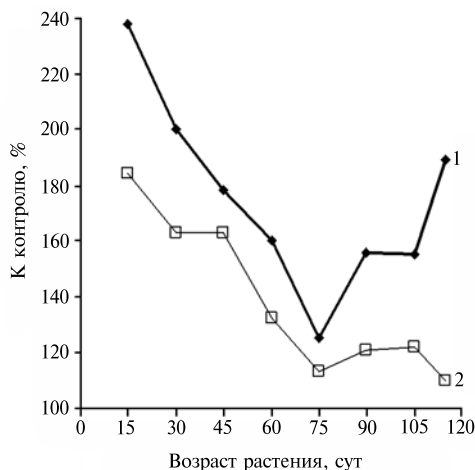


Рис. 2. Динамика биомассы (1) и высоты растений (2) у овощного амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173) при предпосевной обработке семян  $10^{-5}$  % раствором гибберсина (лабораторный опыт).

составляла в среднем 2,2 см, в опыте — 2,8 см, что больше контроля на 27 %. Возможно, полученный эффект связан со способностью гиббереллинов ускорять рост первичного корешка зародыша (4). На протяжении жизни растений, выращенных из обработанных семян, скорость прироста высоты и биомассы снижалась. Это явление связано, вероятно, с фазами онтогенеза: закладкой и развитием генеративных органов, цветением, плодоношением. Тем не менее, такие растения всегда превосходили контрольные. Иными словами, нами показано повышение урожайности овощного амаранта в результате предпосевной обработки гибберсином.

Было обнаружено заметное увеличение фотохимической активности хлоропластов из листьев 45-суточных растений, полученных из обработанных гибберсином семян, в сравнении с контролем (табл. 1). При этом количество хлорофилла в листьях практически не изменялось. В результате такого действия ЧПФ листьев за период с 45-х по 60-е сут увеличивалась на 39 % (с  $2,3 \pm 0,05$  в контроле до  $3,2 \pm 0,07$  г · м<sup>-2</sup> · сут<sup>-1</sup> под влиянием гибберсина).

**1. Содержание хлорофилла, скорость транспорта электронов и скорость фотофосфорилирования (в расчете на 1 мг хлорофилла) в хлоропластах из листьев 45-суточных растений овощного амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173) при предпосевной обработке семян  $10^{-5}$  % раствором гибберсина ( $X \pm x$ )**

Вариант	Содержание хлорофилла		Скорость			
			транспорта электронов		фотофосфорилирования	
	мг/г сухой массы	к контролю, %	мкмоль $K_3[Fe(CN_6)] \cdot мг^{-1} \cdot ч^{-1}$	к контролю, %	мкмоль АТФ · мг <sup>-1</sup> · ч <sup>-1</sup>	к контролю, %
Контроль (вода)	9,9±0,2	100	110,4±7,7	100	112,0±2,3	100
Гибберсин	10,3±0,3	104,5±3,1	150,8±8,3	136,6±7,5	192,0±10,1	171,0±8,9

Мы обнаружили, что предпосевная обработка гибберсином привела к повышению содержания общего белка в листьях растений в период активной вегетации (табл. 2), то есть возможно повышение питательности овощного амаранта. Как следует из данных литературы, не установлено прямой взаимосвязи между активностью нитратредуктазы, процентным содержанием элементарного азота и количеством общего белка в растениях (16). Однако нами выявлен факт стимулирующего воздействия гиббереллинов, входящих в состав гибберсина, на ассимиляцию и превращение азота в растениях амаранта, о чем свидетельствуют полученные результаты (см. табл. 2).

Длительное или неправильное хранение семян, воздействие неблагоприятных факторов (как в естественных условиях, так и при моделировании процессов старения) приводит к снижению всхожести (5). Вследствие ухудшения качества посевного материала нарушаются ростовые и обменные процессы у полученных растений, что сказывается на их урожайности и продуктивности (17). При исследовании влияния гибберсина на

всхожесть семян после процедуры ИС и биометрические показатели растений использовали семена с исходно высокой всхожестью ( $90 \pm 4$  %). Было обнаружено, что она падала в зависимости от времени воздействия неблагоприятных факторов: после 2-ИС — до  $72 \pm 3$  %, 4-ИС — до  $63 \pm 5$  %. После обработки  $10^{-5}$  % раствором гибберсиба всхожесть полностью восстанавливалась и составляла в обоих вариантах  $95 \pm 2$  %.

**2. Изменение активности нитратредуктазы, содержания нитрита и суммарного белка (к контролю, %) в листьях у растений овощного амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173) в период активной вегетации при предпосевной обработке семян  $10^{-5}$  % раствором гибберсиба ( $X \pm x$ )**

Возраст растений, сут	Активность нитратредуктазы	Нитрит	Общий азот	Суммарный белок
15-е	$115 \pm 9$	$133 \pm 6$	$105 \pm 2,0$	$134 \pm 6$
30-е	$118 \pm 7$	$109 \pm 4$	$104 \pm 0,9$	$130 \pm 6$
45-е	$150 \pm 8$	$116 \pm 2$	$105 \pm 1,2$	$126 \pm 4$

**3. Биометрические показатели (к контролю, %) у растений овощного амаранта *Amaranthus caudatus* L. (сортообразец К 173) на разных стадиях развития при предпосевной обработке искусственно состаренных семян (ИС)  $10^{-5}$  % раствором гибберсиба (Гб) ( $X \pm x$ )**

Показатель	Возраст растений, сут					
	45-е			115-е		
	2-ИС	4-ИС	4-ИС + Гб	2-ИС	4-ИС	4-ИС + Гб
Высота растения	$80 \pm 6$	$65 \pm 5$	$128 \pm 5$	$81 \pm 4$	$73 \pm 5$	$102 \pm 3$
Масса растения	$85 \pm 9$	$76 \pm 5$	$125 \pm 3$	$83 \pm 4$	$61 \pm 5$	$109 \pm 4$
Масса листьев с растения	$86 \pm 8$	$64 \pm 8$	$113 \pm 4$	$86 \pm 7$	$64 \pm 9$	$113 \pm 7$
Площадь листа	$80 \pm 4$	$73 \pm 9$	$111 \pm 3$	—	—	—
Длина междоузлия	$87 \pm 2$	$74 \pm 3$	$112 \pm 10$	$95 \pm 7$	$93 \pm 7$	$102 \pm 4$
Длина метелки	—	—	—	$71 \pm 13$	$62 \pm 10$	$109 \pm 10$
Масса семян с растения	—	—	—	$90 \pm 4$	$85 \pm 2$	$114 \pm 3$
Масса 1000 семян	—	—	—	$94 \pm 2$	$72 \pm 4$	$124 \pm 4$

Примечание. 2-ИС и 4-ИС — искусственное старение соответственно в течение 2 и 4 сут. Прочерки означают, что измерения не проводили.

Показатели, характеризующие развитие и продуктивность, у растений амаранта, выращенных из семян, подвергнутых ИС в течение 2 и 4 сут, были значительно ниже контрольных (табл. 3). Состояние растений зависело от времени воздействия факторов ИС. Предпосевная обработка гибберсибом не только полностью устраняла последствия максимального по длительности воздействия стрессовых факторов (4-ИС), но и приводила к заметному повышению (в сравнении с контролем) высоты, величины зеленой массы листьев и массы всей надземной части растений на стадии активной вегетации (45 сут). В конце генеративной фазы таких растений (115 сут) обнаружили увеличение массы семян с одного растения. Масса 1000 семян у этих растений возрастала на 24 % в сравнении с контролем. Последний эффект очень важен для культуры амаранта, так как от массы и размера семян зависит стартовый рост, качество и жизнеспособность всходов и, в конечном счете, продуктивность растений. Полученные результаты демонстрируют высокую эффективность применения гибберсиба для улучшения качества как посевного материала со сниженной всхожестью, так и растений, полученных из этих семян.

Таким образом, установлено стимулирующее действие препарата гибберсиб на всхожесть семян и все изученные показатели растений у овощного амаранта. Следовательно, гибберсиб можно применять как для улучшения качества посевного материала, так и для повышения питательности и продуктивности амаранта. Использование гибберсиба может облегчить культивирование этого растения и способствовать его распространению на территории России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С. Амарант — перспективная культура XXI века. М., 1999.
2. Serdyuk O., Smolygina D., Ivanova E. 4-Hydroxyphenethyl alcohol — a new cytokinin-like substance isolated from phototrophic bacterium *Rhodospirillum rubrum*. Exhibition of activity on plants and transformed mammalian cells. *Process Biochemistry*, 2000, 36(5): 475-479.
3. Иванова Е.П., Кириллова Л.Л., Смолыгина Л.Д., Сердюк О.П. Применение нового природного регулятора роста 4-гидроксифенэтилового спирта для улучшения качества посевного материала и продуктивности растений амаранта. *Сельскохозяйственная биология*, 2011, 5: 118-122.
4. Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology /P.J. Davis (ed.). London, 1995.
5. Parrish D.J., Leopold C.A. On the mechanism of aging in soybean seeds. *Plant physiology*, 1978, 61(3): 365-368.
6. Мокроносов А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста. В сб.: Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1988.
7. Nardi S., Morari F., Verti A., Tosoni M., Giardini L. Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilizers. *European Journal of Agronomy*, 2004, 21(3): 357-367.
8. West K.R., Wiskich J.T. Photosynthetic control by isolated pea chloroplasts. *Biochem. J.*, 1968, 109(4): 527-532.
9. Wintermans J.F.G.M., De Motts A. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll a and b and their pheophytins in ethanol. *BBA*, 1965, 109(2): 448-453.
10. Izava S., Good N.E. Hill reaction rates and chloroplasts fragment size. *BBA*, 1965, 109: 373-381.
11. Bjorkmann O.M., Boardman N.K., Anderson J.M. Chloroplast components and Structure. *Carnegie Inst. Year Book*, 1972, 71: 115-135.
12. Nageman R.H., Reed A.J. Nitrate reductase from higher plants. *Methods in Enzymology*, 1980, 69: 270-280.
13. Smart M.M., Rada R.G., Donnerrmeier G.N. Determination of total nitrogen in sediments using persulfate digestion an evaluation and comparison with Kjeldahl procedure. *Water Res.*, 1983, 17(9): 1207-1211.
14. Bedford A. Rapid and sensitive gram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 1976, 72: 248-254.
15. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии. М., 1988.
16. Cheeseman J.M., Tankou S.K. Nitrate reductase and growth of *Arabidopsis thaliana* in solution culture. *Plant and Soil*, 2004, 266: 143-154.
17. Хорошайлов Н.Г., Жукова Н.В. Длительное хранение семян мировой коллекции ВИР. *Бюл. ВИР*, 1978, 677: 9-19.

<sup>1</sup>ФГБУН Институт фундаментальных проблем биологии РАН,

142290 Россия, г. Пушкино, ул. Институтская, 2,

e-mail: cheredova@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 300026 Россия, г. Тула, просп. Ленина, 125

Поступила в редакцию  
16 января 2013 года

## GIBBERSIB EFFECTS ON AMARANTH SEEDS GERMINATION AND PLANT PRODUCTIVITY

*E.P. Ivanova<sup>1</sup>, L.L. Kirillova<sup>2</sup>, G.N. Nazarova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Research Institute for Fundamental Problems of Biology of the Russian Academy of Sciences, 2, ul. Institutskaya, Pushchino, Moscow Region, 142290 Russia, e-mail cheredova@mail.ru;

<sup>2</sup>L.N. Tolstoy State Pedagogical University, 125, prosp. Lenina, Tula, 300026 Russia

### Abstract

Amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), a widely used around the world as a valuable food culture, does not have enough spread in Russia for several reasons. One of them is the physiological characteristics, such as low seeds germination and the presence of latent growth phase in 2-week-old seedlings, when only the root system develops. These features are responsible for cultural sensitivity to external conditions and frequent deaths in crops. Gibbersib referring to a group of natural,

environmentally friendly compounds (its active substance is a mixture of several gibberellins produced by the fungus *Gibberella moniliformis* Wineland) is used on many cultures. The task to investigate its effect on the yield of vegetable amaranth was first stated by us. Also it is of interest to determine whether this compound can eliminate the imbalance in the early development of amaranth plants and accelerate their growth in the later stages. We found an increase in seed germination of vegetable amaranth after soaking in  $10^{-5}$  % Gibbersib aqueous solution and the acceleration of seedling development in the first 2 weeks. Yield of plants derived from the treated seeds greatly raised in comparison with the control at later stages of development. The activity of nitrogen assimilation and total protein content increased, as well as activity of the photosynthetic apparatus in leaves of these plants. The high temperature and humidity impact on amaranth seeds leads to a decrease in their germination and the physiological and biochemical parameters of plants grown. Pre-sowing treatment with Gibbersib completely eliminates the effects of adverse factors. We recommend the Gibbersib application to grade up of amaranth seed grain; improve survival and adaptation of plants, their productivity and nutritional.

Keywords: amaranth, gibberellins, seed germination, ontogenesis, productivity, protein content, nitrate reductase, photosynthetic rate.

#### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

1. В журнале «Сельскохозяйственная биология» публикуются обзорные, проблемные, оригинальные экспериментальные и методические работы по генетике и селекции сельскохозяйственных растений и животных, защите их от вредителей и болезней, молекулярной биологии, физиологии, биохимии, биофизике, радиобиологии, иммунитету, представляющие интерес для сельского хозяйства. Не публикуются статьи серийные и статьи, излагающие отдельные этапы исследований, которые не позволяют прийти к определенным выводам.
2. Статьи представляются тщательно отредактированными, в 2 экземплярах, напечатанных на одной стороне листа через два интервала (шрифт 14 Times New Roman) на бумаге стандартного формата, с приложенным диском с файлом статьи в программе Word for Windows. Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление (на публикацию в журнале и в сети Интернет) от учреждения, в котором выполнена работа, подтверждающее, что материалы публикуются впервые.
3. При оформлении статей, содержащих экспериментальные данные, необходимо придерживаться следующей схемы: обзор литературы, цель исследования, методика, результаты и выводы. Объем обзорных и проблемных статей, включая список литературы, не должен превышать 18-22 стр., экспериментальных — 10-12 стр., кратких сообщений — 5 стр. Статья должна содержать реферат, отражающий структуру и основные положения статьи (150-200 слов, с авторским переводом) и ключевые слова (на русском и английском языках).
4. Иллюстрации и подписанные подписи представляются в 2 экземплярах. Рисунки снабжаются всеми необходимыми цифровыми или буквенными обозначениями с их пояснениями в подписи к рисунку. Максимальное число таблиц — 3, рисунков — 3; в кратких сообщениях — или 1 таблица, или 1 рисунок.
5. Формулы следует вписывать разборчиво. Во избежание ошибок в формулах необходимо размечать прописные (заглавные) и строчные буквы, а также верхние и нижние индексы. Сокращаемые слова (названия препаратов, химических соединений, методов, учреждений, латинские названия видов и др.) при первом упоминании приводятся полностью (иностранные — также с русским переводом). Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), названия химических соединений, таксономические названия — в соответствии с международной номенклатурой (подробно см. на сайте журнала <http://www.agrobiology.ru>).
6. Список литературы должен содержать лишь те источники, на которые имеется ссылка в статье. Составляется список в порядке очередности упоминания этих источников в тексте. Для цитируемых книг и сборников приводятся: фамилия и инициалы всех авторов, название, место издания (город, для иностранных источников — город и страна) и год издания; для материалов научных собраний следует указать название, время и место проведения научного мероприятия, название конференции, симпозиума и т.д., при наличии редакторов сборника или книги — указать их фамилии и инициалы; при наличии тома, выпуска указываются их номера, приводятся номера цитируемых страниц «от-до»; для журнальных статей указываются фамилия и инициалы всех авторов, название статьи, полное название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы «от-до».
7. Необходимо указать фамилию, имя и отчество всех авторов рукописи полностью, фамилии и инициалы в транслитерации, принятые авторами в зарубежных публикациях, место работы, адрес и телефоны (служебный, домашний, мобильный), а также адрес электронной почты (e-mail), официальное название учреждения на английском языке.
8. При несоблюдении этих требований статья к рассмотрению не принимается. При отправке на доработку датой поступления считается дата получения редакцией окончательного принятого к публикации варианта статьи.
9. Аспиранты публикации не оплачивают. Копии отрицательных рецензий направляются авторам, положительных — предоставляются по запросу.
10. Экземпляр журнала с опубликованной статьей авторам не высылается. Журнал распространяется только по подписке. Гонорар не выплачивается. Рукописи не возвращаются.

Подробнее информацию см. на сайте журнала <http://www.agrobiology.ru>