

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

DOI 10.54596/2309-6977-2021-2-138-144

ЭОЖ 581.4:582.661.21:552.27:606(045)

FTAMP 68.33.29

АМАРАНТТЫҢ (AMARANTHUS CRUENTUS)
МОРФОЛОГИЯЛЫҚ-ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ЛАЙЛЫ
ТҰНБАЛАРДЫҢ ӘРТҮРЛІ ДОЗАЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Макенова М.М., Науанова А.П., Бостубаева М.Б., Шуменова Н.Ж.

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан,
Қазақстан*

Аңдатпа

Амаранттың фотосинтез процесі оның С4 типтегі өсімдіктерге жатуына байланысты ерекше өтеді. Ол С3 типті өсімдік өкілдеріне қарағанда көміртек диоксидін белсендірек сіңіріп, ауаны тиімді түрде оттегімен байытады. Осыған байланысты амаранттың сәндік бағытта өсірілетін түрлері көміртегі диоксиді көп шоғырланған қалалық жерлерде табиғи сүзгі ретінде қолданылып, егілгені дұрыс. Сонымен қатар амаранттың сәндік үлгілері жапырақтарының, гүлдерінің қайталанбас формаларымен көзге түседі. Амаранттың сары, қызыл, жасыл, қызыл қоңыр, үш түсті; жапырақтары сопақша, қалың, бұйра; гүлшоғырлары да түрлі-түсті әдемілігімен ерекшеленеді. Амаранттың сәндік үлгілері морфометриялық сипаттамалары бойынша сан алуан. Кез келген өсімдіктің қалыпты дамуы үшін топырақ құнарлылығы, температуралық жағдай, ылғалдылық мөлшері үлкен маңызға ие. Егер де жоғарыда аталған факторлардың бірі жетіспейтін болса, өсімдіктің тіршілік сапасы төмендейді. Топырақта қоректік элементтердің жетіспеушілігі, қолайсыз ауа райы, ылғал аздығының әсерінен өсімдік бойында фотосинтез процесстерінің тежелуі, биомассаның төмендеуі, ауруларға төзімділігінің төмендеуіне әкеледі. Біздің зерттеу жұмысымыздың барысында тыңайтқыш ретінде ағынды сулардың лайлы тұнбалары қолданылды. Коммуналды ағынды сулардың лайлы тұнбалары қалдық ретінде полигондарға жинақталып, айналаға жағымсыз иіс таратып, қоршаған ортаға кері әсер етеді. Алайда бұл қауіпті қалдық түрін қайта өңдеп, қалалық территорияларды көгалдандыру үшін органикалық тыңайтқыш немесе бұзылған жерлерді рекультивациялау кезінде грунт алуға болады. Жүргізілген зерттеу жұмысының нәтижесінде амаранттың өсіміне, жалпы биомассасының артып, сабағы мен гүлдің ұзындығына лайлы тұнбаның 10 т/га мөлшері барынша оңтайлы әсер еткені байқалды. Осы нұсқада бақылау салыстырғанда өсімдік сабағының ұзындығы 77%, гүлшоғыр ұзындығы 2,2 есе, гүлшоғыр массасы 1,8 есе, өсімдіктің гүлге дейінгі биомассасы 2,1 есеге артты.

Кілттік сөздер: қоңыр - қызыл амарант, лайлы тұнбалар, органикалық тыңайтқыш.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ
НА МОРФОЛОГО-ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМАРАНТА
(AMARANTHUS CRUENTUS)

Макенова М.М., Науанова А.П., Бостубаева М.Б., Шуменова Н.Ж.

*Казахский Агротехнический Университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан,
Казахстан*

Аннотация

В связи с тем, что амарант относится к растениям типа С4 процесс фотосинтеза амаранта отличается от остальных растений. Он поглощает углекислый газ активнее, чем растения С3, и эффективно обогащает воздух кислородом. В связи с этим декоративные сорта амаранта следует

использовать как естественный фильтр в городских условиях с повышенным содержанием углекислого газа. Кроме того, декоративные сорта амаранта обладают уникальной формой листьев и цветов. Окраска амаранта бывает желтой, красной, зеленой, багровой, трех цветной; форма листьев овальные, вьющиеся; соцветия также отличаются своей разнообразной красотой. Плодородие почвы, температура и влажность имеют большое значение для нормального развития любого растения. При отсутствии одного из вышеперечисленных факторов качество жизни растения снизится. Недостаток питательных веществ в почве, неблагоприятная погода, недостаток влаги приводит к угнетению фотосинтеза у растений, снижению биомассы, сопротивляемости болезням. Во время наших исследований иловые осадки коммунальных сточных вод использовались в качестве удобрения. Иловые осадки накапливаются на полигонах и иловых картах в виде отходов, источая неприятный запах и отрицательно влияя на окружающую среду. Однако эти опасные отходы можно переработать и получить органические удобрения для городского озеленения или мелиорации почв нарушенных земель. В результате исследования было замечено, что рост амаранта, увеличение общей биомассы, длины стеблей и цветков наиболее положительно сказались на количестве ила 10 т / га. В этом варианте длина стебля растения увеличилась на 77%, длина соцветия увеличилась в 2,2 раза, масса соцветия увеличилась в 1,8 раза, биомасса растения до цветения увеличилась в 2,1 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: багровый амарант, иловые осадки, органическое удобрение.

INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF SEWAGE SLUDGE ON THE MORPHOLOGICAL-PHENOLOGICAL FEATURES OF AMARANTH (AMARANTHUS CRUENTUS)

Makenova M.M., Nauanova A.P., Bostubaeva M.B., Shumenova N.J.

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan

Annotation

Due to the fact that amaranth belongs to type C4 plants, the process of photosynthesis of amaranth differs from other plants. It absorbs carbon dioxide more actively than C3 plants and effectively enriches the air with oxygen. In this regard, decorative amaranth varieties should be used as a natural filter in urban environments with a high carbon dioxide content. In addition, decorative amaranth varieties have a unique leaf and flower shape. The color of amaranth can be yellow, red, green, crimson, three colors; the shape of the leaves is oval, curly; inflorescences are also distinguished by their varied beauty. Soil fertility, temperature and humidity are great importance for the normal development for any plant. In the absence of one of the above factors, the quality of life of the plant will decrease. Lack of nutrients in the soil, unfavorable weather, lack of moisture leads to inhibition of photosynthesis in plants, a decrease in biomass, and decrease disease resistance. During our research, the sludge of municipal wastewater was used as fertilizer. Sludge accumulates on landfills as waste, giving off an unpleasant odor and negatively affecting the environment. However, this hazardous waste can be recycled and obtained organic fertilizers for urban landscaping or soil reclamation of disturbed lands. The results of the study showed that 10 t / ha of sewage sludge is the most positive impact on the growth of amaranth, the increase in total biomass, stem length and flower were noted. At this length of the stem of the plant increased by 77%, the length of the inflorescence - in 2.2 times, the mass of inflorescences - in 1.8 times, the biomass of the plant before flowering - in 2.1 times compared to the control.

Keywords: crimson amaranth, sewage sludge, organic fertilizers.

Кіріспе

Адамның табиғатқа техногендік ықпалының күшеюі қоршаған ортаның бұзылуына және экологияның нашарлауына әкеледі, бұл жағдай әсіресе ірі қалаларда ерекше байқалады. Мекен ету ортасының экологиясын жақсарту жолында өсімдіктер ерекше роль атқарады, техногенді орталарда декоративті зоналарды құру арқылы белсенді фитотехнологияларды алуға болады [1].

Амарант фотосинтезінің ерекшелігі - ауадағы көміртек диоксидін неғұрлым белсенді сіңіру болып табылады. Бұл амаранттың бойында фотосинтез үрдісі С₄ –

типтегі өсімдіктерге сәйкес жүретіндігіне байланысты. Сондықтан сәндік амарант түрлері ауада көп мөлшерде шоғырлаған көмірқышқыл газды тазарту үшін табиғи өсімдік сүзгілері ретінде қызмет ете алады [2].

Сонымен қатар, амаранттың сәндік формаларының жапырақтары, сабағы және гүлшоғырлары түрлі-түсті декорымен ерекшеленеді. Амаранттың сәндік үлгілері морфометриялық сипаттамалары бойынша сан алуан. Амарант тұқымдасы (*Amaranthus* L.) бір жылдық шөптесін өсімдік. *Amaranthus* тұқымдасының ғылыми атауы гректің «*amaranthos*» сөзінен шыққан, «солмайтын» деген мағынаны білдіреді, ол амарант гүлінің айналасында ұзақ уақыт сақталатын жапырақтарына байланысты айтылған [3].

ТМД елдерінде бұл өсімдік Н.И. Вавиловтың арқасында кеңірек зерттеле бастады. Басында оны үй жануарларына сүрлем алу үшін өсірді. Қазіргі кезде амарант наубайханада, диеталық, емдік және профилактикалық тамақтануда, химияда, фармацевтикада, парфюмерияда, косметикада, көгалдандыруда қолданылады. Бұл өсімдіктер гүлзарларда, жекелеп отырғызу, биік өсімдіктермен аластырып отырғызу жолымен көгалдандыру кезінде егіледі. Аласа болып өсетін сорттары әртүрлі пішіндегі жиектер мен жоталарды қалыптастыру үшін қолданылады [4, 5].

Амарант өсімдіктерінің қарқынды дамуына, яғни биомассасының артуына минералды қоректену элементтері, оңтайлы температуралық жағдайлар, су режимі сияқты факторлар ықпал ететіні белгілі. Өмірлік маңызды факторлардың бірінің төмендеуі – су немесе қоректік элементтердің жетіспеушілігі, фотосинтездің төмендеуіне әкеледі, бұл жасыл массаның шығымына әсер етеді [6]. Осыған байланысты амарант өсіру кезінде құндылығы жоғары тыңайтқыштарды қолданған жөн. Біздің зерттеу жұмысымыздың барысында тыңайтқыш ретінде лайлы тұнбалар қолданылды.

Лайлы тұнбалар қалдық ретінде жинақталып, қоршаған ортаға кері әсер етеді. Бірақ бұл құнды ресурс органикалық тыңайтқыш және грунт ретінде қалалық территорияларды көгалдандыру, бұзылған жерлерді рекультивациялау кезінде, орман шаруашылығында пайдаланылуы мүмкін [7, 8]. Құрамы бойынша ағынды сулардың лайлы тұнбалары үнемі жаңарып отыратын шикізат базасы бар, күрделі органикалық тыңайтқыш болып табылады. Бұл тыңайтқыштың құрғақ зат құрамында 50% дейін немесе одан да көп органикалық заттар, 1-2% және одан да көп жалпы азот, 2-3% дейін фосфор, 0,3-0,6% калий, микроэлементтер бар [9, 10].

Дегенмен, оларды пайдалануды шектейтін факторлар бар. Ағынды сулардың тұнбаларын пайдалануды күрделендіретін басты мәселе – топырақта және өсімдіктерде ауыр металдардың жиналу мүмкіндігі. Сондықтан оларды тағамдық емес өсімдіктерді (көгалдар, гүлзарлар, питомниктер және т.б.) өсіретін жерлерді тыңайту үшін ғана қолданған жөн [11, 12]. Осыған байланысты берілген зерттеу жұмысында лайлы тұнбалардан алынған органикалық тыңайтқыштың әртүрлі дозаларын қалалық гүлзарларда егілетін қоңыр – қызыл амарантқа әсері қарастырылды.

Зерттеудің материалдары, әдістері мен объектілері.

Тәжірибелер 2021 жылы, Нұр-Сұлтан қаласы, С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ тәжірибелік аймағында жүргізілді. Бұл территория далалық аймақта, шұғыл континенталды климат жағдайында орналасқан. Топырақ түрі: қара қоңыр, жартылай гидроморфты;. Алдын ала дайындық жұмыстары топыраққа 5 т/га, 10 т/га, 15 т/га мөлшерінде органикалық тыңайтқыштарды енгізе отырып, өңдеуді қамтыды. Тұқым 30-мамырда себілді, тәжірибе 3 рет қайталанымда жүргізілді, себу тереңдігі 1,5 см, себу нормасы 0,5-0,8 г/м² құрады. Қатар арасындағы қашықтық 30 см, өсімдіктер арасында –

30 см. Өсімдіктерді күту арамшөптерден арылу, қопсыту, аптасына бір рет суарудан тұрды. Келесі фенологиялық фазалар ажыратылды: көктеу, вегетациялық кезең (бірінші жапырақ, шынайы жапырақтар, сабақтың өсуі), гүлдеу, тұқымның пісуі. Зерттеу объектісі – қоңыр - қызыл амарант (*Amaranthus cruentus*), Riter Paris сорты.

Лайлы тұнбалардан алынған органикалық тыңайтқыштың химиялық құрамы: 40,5% - органикалық заттар, 1,3% жалпы азот, 1,7% фосфор, 0,5% калий.

Органикалық тыңайтқыш құрамындағы органикалық зат МемСТ 27980-88 [13], фосфор МемСТ 26717-85 [14], калий 26718-85 [15], жалпы азот МемСТ 26715-85 [16] бойынша С. Сейфуллин атындағы ҚАТУ топырақтану кафедрасының зертханасында анықталды.

Зерттеу нәтижелері

Күңгірт амаранттың зерттелген үлгілері тамырдың, жапырақтардың, гүлшоғырдың, сабақтың массасы; өсімдік биіктігі; жапырақ тақтасының ені мен ұзындығы және бір өсімдіктегі жапырақтардың саны көрсеткіштерінің жиынтығы бойынша ерекшеленеді. Тұқым себу кезінде жолақтар арасындағы оңтайлы қашықтық эксперименталды түрде таңдалды. Өсімдіктер қалыңдап өскеннен кейін, арасы сиретіліп, өсімдіктер арасындағы ара қашықтық 20 см құрады. Қатар аралығы 30 см болды. Сиретілгеннен кейін өсімдіктердің сабағы ұзара бастады. Фенологиялық бақылаулар маусым – қыркүйек аралығындағы амарант өсімдіктерінің дамуының негізгі фенологиялық фазаларының басталу уақыты мен ұзақтығы туралы мәліметтер алуға мүмкіндік берді.

Кесте 1 Күңгірт амаранттың фенологиялық кезеңдері ұзақтығының нұсқалар бойынша ерекшеліктері

Нұсқа	Себу мен көктеу арасы	Көктеу – гүлдеу аралығы	Гүлдеу ұзақтығы	Тұқымның толық пісу мерзімі
Бақылау	7 күн	51 күн	42 күн	9.09.2021
5 т/га лайлы тұнба	7 күн	44 күн	37 күн	29.08.2021
10 т/га лайлы тұнба	7 күн	44 күн	39 күн	31.08.2021
15 т/га лайлы тұнба	7 күн	39 күн	33 күн	19.08.2021

Өсімдік нұсқаларының барлығы бір уақытта көктей бастады. Себу мен көктеу аралығы 7 күнді құрады. Өркендер біркелкі өсті, ашық жасыл түсті болды. Өркендердің биіктігі 1,2-1,3 см, алғашқы жапырақтарының өлшемі 0,6-0,7х0,2 см болды. Бірінші жапырақтардың фазасы маусымның 1 онкүндігінде, шынайы жапырақтың фазасы-маусымның 2 -ші онкүндігі тіркелді. Өркендердің тармақталу кезеңі шілде айының бірінші онкүндігінде болды, өсімдіктердің биіктігі 12-13 см, жапырақтарының мөлшері 10,2х6,2 см. Гүлдеу кезеңі шілде айының үшінші онкүндігінде басталды. Бұл кезде өсімдіктердің биіктігі 31-40 см, жапырақтарының орташа мөлшері 12,6х8,5 см. Өсімдіктер биіктігі, ұзындығы, ені мен пішіні, гүл шоғыры мен тамыр жүйелерінің күші бойынша ерекшеленді. Қоңыр – қызыл амаранттың гүлдеуі ұзақ және 30 күннен астам уақытқа созылады.

Тұқымның пісуі орташа алғанда 12 күнге созылды. Амаранттың барлық нұсқалары үшін тұқым пісудің ортақ белгілері ретінде тұқым ылғалдылығы, төменгі жапырақтардың құрғап, түсе бастауы, сабақтың жасыл түстен күңгірт түске ауысуы, жапырақтардың қою қызыл түске боялуы қарастырылды. Піскен тұқымдар тез түсіп кетеді. Сондықтан өсімдіктерді жинау алғашқы тұқымдар піскен кезде басталды.

Алдымен өсімдіктер кесіліп, үстел мен науаларға салынды. Вегетациялық кезеңнің соңына қарай өсімдіктердің морфометриялық сипаттамаларын талдау келесі мәндерді көрсетті. Гүлдің негізінің биіктігі 35-40 см-ге жетті (1-кесте), жапырақтардың ұзындығы 6-8 см, ал ені 3-4 см, гүлшоғырдың массасы 2-3,5 г аралығында болды.

Зерттелетін өсімдік нұсқалары келесі фенологиялық фазалардың басталу мерзімі және фазааралық кезеңдердің ұзақтығымен ерекшеленді. Мысалы, 15 т/га лайлы тұнба қосылған нұсқада гүлдеу уақытының басталу мерзімі бақылау нұсқасымен салыстырғанда 12 күнге, 5 т/га және 10 т/га лайлы тұнба қосылған нұсқаларда 6 күнге ерте басталды. Амаранттың вегетация кезеңінде де әртүрлі даму қарқындылығы анықталды. Тыңайтқыш қосылған нұсқаларда өсімдіктердің шынайы жапырақтарының пайда болу мерзімдері 4-5 күнге ертерек тіркелді. Сонымен қатар бақылау нұсқасымен салыстырғанда өсімдіктердің сабақтары қалындау, жапырақ саны көбірек екендігі көзге түсіп отырды. Ең ұзақ уақытты вегетативті өсу фазасы құрады. Бұл амарант өсімдіктерінің өнгеннен кейінгі алғашқы 3-4 аптада баяу дамуымен түсіндіріледі.

Кесте 2 Күңгірт амаранттың морфологиялық құрылымының нұсқалар бойынша ерекшеліктері

Нұсқа	Сабақтың гүлшоғырға дейінгі ұзындығы, см	Гүлшоғыр ұзындығы, см	Жапырақ ұзындығы, см	Жапырақ ені, см	Сабақтың гүлшоғырға дейінгі массасы, г	Гүлшоғыр массасы, г
1-бақылау	25,4±0,2	7,2±0,2	6,2±0,2	3,2±0,2	8,2±0,1	2,0±0,1
2-5 т/га	38,6±0,3	12,6±0,3	8,4±0,3	4,0±0,3	15,5±0,3	3,1±0,2
3-10 т/га	44,7±0,3	16,0±0,5	8,0±0,4	3,7±0,4	17,6±0,3	3,6±0,3
4-15 т/га	31,4±0,6	12,2±0,2	7,0±0,1	3,0±0,2	10,8±0,3	2,3±0,2
НСР	1,02	0,92	0,31	0,42	0,85	0,86

Сабақтың гүлге дейінгі орташа ұзындығы бойынша ең үлкен көрсеткіш 10 т/га лайлы тұнбалар қосылған нұсқада тіркелді. Бұл көрсеткіш бақылаудан 77%-ға артық. Сонымен қатар осы нұсқада гүлшоғырдың ұзындығы бақылаудан 2,2 есе, гүлшоғыр массасы 1,8 есе артық болды. 5 т/га тыңайтқыш қосылған нұсқа жапырақ ұзындығы бойынша ерекшеленді, бұл нұсқада қалыптасқан жапырақтардың орташа ұзындықтары бақылау нұсқасынан 35% артық болды.

Сонымен қатар лайлы тұнбаның 10 т/га енгізілген нұсқаларында өсімдіктің сабағының, жапырағының тургорлығы, қалыңдығы ерекшеленіп, түстері басқа нұсқалармен салыстырғанда күрең жасыл, қызғылт, қоюлау екендігі байқалды.

Лайлы тұнбалардан алынған органикалық тыңайтқыштарды декоративті өсімдіктер, бұталар, ағаш өсіру кезінде 10 т/га дейінгі мөлшерде енгізудің оңтайлы екендігін түрік ғалымы Bozkurt M.A. [17], франциялық ғалым Sharifi M. [18], ресейлік ғалымдар Брындина Л.В. [19], Риджал И.Б. [20] зерттеген.

Қорытынды

1. Лайлы тұнбалардың 15 т/га мөлшері қосылған кезде амаранттың гүлдеу, тұқымның пісіп жетілу мерзімдері қысқарады. Алайда тыңайтқыштың бұл мөлшері өсімдіктегі биомассаның көбейіп, орташа ұзындығының артуына айтарлықтай әсер етпейді.

2. Амаранттың өсіміне, жалпы биомассасының артып, сабағы мен гүлдің ұзындығына барынша оңтайлы әсер берген лайлы тұнба мөлшері – 10 т/га. Бақылаумен

3. салыстырғанда осы нұсқада өсімдік сабағының ұзындығы 77%, гүлшоғыр ұзындығы 2,2 есе, гүлшоғыр массасы 1,8 есе, өсімдіктің гүлге дейінгі биомассасы 2,1 есе артты.

4. Лайлы тұнба органикалық тыңайтқышы амаранттың өсімін ынталандырып, оңтайлы әсер беруіне байланысты, декоративті өсімдіктерді, бұта, ағаштарды өсіру кезінде қолдануға ұсынылады.

Әдебиет:

1. Бухарина И.Л., Журавлева А.Н., Большова О.Г. Городские насаждения: экологический аспект. – 2012.
2. Магомедов И.М. Фотосинтез и органические кислоты. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. 203 с.
3. Слонов Л.Х., Шугушева Л.Х. Экология, физиология и продуктивность амаранта. – Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых, 2015. – 132 с.
4. Вавилов, Н.И. Великие земледельческие культуры доколумбовой Америки и их взаимоотношения / Н.И. Вавилов / Избранные произведения в двух томах, т.1. С. 276-302. – Л.: Наука, 1967. – 424 с.
5. Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции / Н.И. Вавилов / Избранные труды, т.1. С.382-384. – Л.: Изд. Наука, 1967. – 424с.
6. Старых, Г.А. Размножение декоративных и овощных растений: учебное пособие / Г.А. Старых, А.В. Гончаров, В.А. Крючкова. – М.: ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2014. – 88 с.
7. Jamali M.K. et al. Use of sewage sludge after liming as fertilizer for maize growth //Pedosphere. – 2008. – Т. 18. – №. 2. – P. 203-213.
8. Berbecea A., Radulov I., Sala F. Agricultural use of sewage sludge pros and cons. Res. J.Agricult. 2008, 40(2), 15–20.
9. Органические удобрения на основе сточных вод [Электронный ресурс]: Агрохимия. 2013. URL: <http://agrohimija.ru>
10. Pathak A., Dastidar M.G., Sreerishnan T.R. Bioleaching of heavy metals from sewage sludge: a review // Journal of environmental management. – 2009. – Т. 90. – №. 8. – P. 2343-2353.
11. Berti, W., Jacobs, L., 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from reported sewage sludge applications. Journal of Environmental Quality 25, 1025–1032.
12. McConnell, D.B., Shirlipour, A., Smith, W.H., 1993. Compost application improves soil properties. Biocycles 4, 1103-1109
13. ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. Введ. 01.01 1990. М., 1989.
14. ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Методы определения общего фосфора. Введ. 01.01.87. М., 1988.
15. ГОСТ 26718-85. Удобрения органические. Метод определения общего калия: Введ. 01.01.87. М., 1988.
16. ГОСТ 26715-85. Удобрения органические. Методы определения общего азота. Введ. 01.01.87. М., 1986.
17. Bozkurt M.A., Yarılgac T. The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2003. – Т. 27. – №. 5. – P. 285-292.
18. Sharifi M. et al. Effects of sewage sludge, compost and cow manure on availability of soil Fe and Zn and their uptake by corn, alfalfa and tagetes flower // Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. – 2011. – Т. 15. – №. 56 (B). – P. 141-154.
19. Брындина Л.В., Бакланова О.В. Влияние биологически очищенного осадка сточных вод на рост и развитие декоративных растений // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – №. 1 (33).
20. Риджал И.Б. Влияние осадков сточных вод на продуктивность лесосеменных плантаций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зоне хвойно-широколиственных лесов: дис. – М., 2006. – 136 с.

References:

1. Buharina I.L., Zhuravleva A.N., Bolyshova O.G. Gorodskie nasazhdeniya: ekologicheskij aspekt. – 2012.

2. Magomedov I.M. Fotosintez i organicheskie kisloty. L.: Izd-vo LGU, 1988. 203 s.
3. Slonov L.H., SHugusheva L.H. Ekologiya, fiziologiya i produktivnost' amaranta. – Nal'chik: Izd-vo M. i V. Kotlyarovyh, 2015. – 132 s.
4. Vavilov, N.I. Velikie zemledel'cheskie kul'tury dokolumbovoj Ameriki i ih vzaimootnosheniya / N.I. Vavilov / Izbrannye proizvedeniya v dvuh tomah, t.1. S.276-302. – L.: Nauka, 1967. – 424 s.
5. Vavilov, N.I. Botaniko-geograficheskie osnovy selekcii / N.I. Vavilov / Izbrannye trudy, t.1. S.382-384. – L.: Izd. Nauka, 1967. – 424 s.
6. Staryh, G.A. Razmnozhenie dekorativnyh i ovoshchnyh rastenij: uchebnoe posobie / G.A. Staryh, A.V. Goncharov, V.A. Kryuchkova. – M.: FGBOU VPO RGAZU, 2014. – 88 s.
7. Jamali M.K. et al. Use of sewage sludge after liming as fertilizer for maize growth //Pedosphere. – 2008. – T. 18. – №. 2. – S. 203-213.
8. Berbecea A., Radulov I., Sala F. Agricultural use of sewage sludge pros and cons. Res. J.Agricult. 2008, 40(2), 15–20.
9. Organicheskie udobreniya na osnove stochnyh vod [Elektronnyj resurs]: Agrohimiya. 2013. URL: <http://agrohimiya.ru>
10. Pathak A., Dastidar M.G., Sreekrishnan T.R. Bioleaching of heavy metals from sewage sludge: a review // Journal of environmental management. – 2009. – T. 90. – №. 8. – S. 2343-2353.
11. Berti, W., Jacobs, L., 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from reported sewage sludge applications. Journal of Environmental Quality 25, 1025–1032.
12. McConnell, D.B., Shirlipour, A., Smith, W.H., 1993. Compost application improves soil properties. Biocycles 4,
13. GOST 27980-88. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva. Vved. 01.01 1990. M., 1989.
14. GOST 26717-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego fosfora. Vved. 01.01.87. M., 1988.
15. GOST 26718-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya obshchego kaliya: Vved. 01.01.87. M., 1988.
16. GOST 26715-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego azota. Vved. 01.01.87. M., 1986.
17. Bozkurt M.A., Yarılgaç T. The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2003. – T. 27. – №. 5. – S. 285-292.
18. Sharifi M. et al. Effects of sewage sludge, compost and cow manure on availability of soil Fe and Zn and their uptake by corn, alfalfa and tagetes flower // Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. – 2011. – T. 15. – №. 56 (B). – S. 141-154.
19. Bryndina L.V., Baklanova O.V. Vliyanie biologicheskoi ochishchennogo osadka stochnyh vod na rost i razvitie dekorativnyh rastenij // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2019. – T. 9. – №. 1 (33).
20. Ridzhal I.B. Vliyanie osadkov stochnyh vod na produktivnost' lesosemennyh plantacij sosny obyknovnoy (Pinus sylvestris L.) v zone hvojno-shirokolistvennyh lesov: dis. – M., 2006. - 136 s.