Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаева Наталья Юрьевна
Должность: проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Дата подписания: 02.02.2024 11:01:58
Уникальный программный ключ:
fa349ae3f25a45643d89cfb67187284ea10f48e8

DOI 10.35523/2307-5872-2019-28-3-11-16
УДК 633.3

ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АМАРАНТА

Воронин А.Н., ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА;
Котяк П.А., ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

Амарант – это ценная продовольственная и кормовая культура, способная решить проблему растительного белка в животноводстве. Целью исследований являлось изучение элементов технологии возделывания амаранта: дозы азотных удобрений (без удобрений, N_{15}, N_{20}, N_{25}) и ширины междурядий (15, 30, 45 см). Работа проводилась на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2018 году. Изучаемые показатели определялись по общепринятым методикам. Применение азотных удобрений способствовало существенному увеличению площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала посевов амаранта при наибольших значениях по фону N_{20} – 4,7 тыс. м^2/га и 324,08 тыс. м^2/ га Ч дней, соответственно. Увеличение ширины междурядий при посеве амаранта повысило значения площади листовой поверхности, накопления сухой надземной массы, фотосинтетического потенциала, всхожести и сохранности при максимальных значениях на варианте с шириной междурядий 45 см. Внесение азотных удобрений в дозе 20 кг д.в./га способствовало существенному снижению численности сорняковой блошки, злаковой тли и подсолнечниковой огнёвки. Посев амаранта с шириной междурядий 45 см обусловил статистически значимое снижение численности изучаемых вредителей, а также численности и сухой массы малолетних и многолетних сорняков. Использование азотных удобрений в дозе 25 кг д.в./га способствовало существенному снижению урожайности зелёной массы амаранта с 145,12 ц/га на варианте «без удобрений» до 127,93 ц/га, при максимальных значениях по фону N_{20} – 156,55 ц/га. Таким образом, наибольшую эффективность показало применение азотных удобрений в дозе 20 кг д.в./га при посеве с шириной междурядий 45 см.

Ключевые слова: *амарант, доза азотных удобрений, ширина междурядий, фотосинтетическая деятельность, засорённость, поражённость вредителями, урожайность.*

Для цитирования: *Воронин А.Н., Котяк П.А. Влияние дозы азотных удобрений и ширины междурядий на продуктивность амаранта // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 3 (28). С. 11-16.*

Введение. Амарант в течение 8 тысяч лет был одной из основных зерновых культур Южной Америки и Мексики («пшеница ацтеков», «хлеб инков»), наряду с бобами и кукурузой. После испанского завоевания Америки эта культура была забыта [1, с. 33]. Зёрна амаранта содержат до 15 % белка, 5-7 % жира, 55-60 % крахмала, микро- и макроэлементы, пектины. Основу жира составляют ненасыщенные жирные кислоты (линоленовая, олеиновая, линолевая); липидная фракция содержит до 10 % сквалена [2, с. 7].

Амарант имеет значение как кормовая культура – многие культурные виды годятся на зерно, выпас, зелёную подкормку и силос. Зерно амаранта – ценный корм для домашней птицы. Крупный рогатый скот и свиньи хорошо поедают зелень и силос [3, с. 44]. Амарант хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений, а именно азотных. В начальные фазы развития данная культура растёт очень медленно и легко может заглушаться сорняками. Большие силы расходуются на образование мощной кор-

невой системы. В этот период сорняки могут заглушить посевы. Зато потом, когда стебли достигнут высоты 25-30 см, никакие сорняки не страшны. В июле-августе идет стремительное отрастание массы – растение прибавляет в росте 5-8 см за сутки [4, с. 9].

В литературе имеется большой объем по основным приемам возделывания этого ценного растения [5, с. 28; 6, с. 32; 7, с. 39; 8, с. 38; 9, с. 11; 10, с. 19; 11, с. 253; 12, с. 37; 13, с. 40]. Но требуется расширение ареала возделывания данной культуры. Особенно важным этот вопрос становится в связи с интенсивным развитием фармацевтического кластера в Ярославской области. Данный регион относится к зоне рискованного земледелия. Поэтому требует разъяснения вопрос о влиянии удобрений на культуру. Также необходимо уточнение по ширине междурядий, так как в литературе данные по этому поводу разнятся.

В связи с этим, целью наших исследований было выявить влияние различных доз азотных удобрений и ширины междурядий на продуктивность посевов амаранта. В задачи исследований входило определить влияние вышеназванных факторов на фотосинтетическую деятельность, всхожесть и сохранность к уборке, засорённость и поражённость вредителями, урожайность семян и зелёной массы.

Методика полевых и лабораторных исследований.

Экспериментальная работа проводилась в 2018 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Перед закладкой опыта почва содержала гумуса – 2,2 %, подвижного фосфора – 75 мг/кг почвы, обменного калия – 85 мг/кг почвы , pH почвенной среды составляла 6,4.

По основным климатическим факторам, определяющим условия роста и развития культуры, климат места расположения опыта характеризуется умеренно-холодной зимой и умеренно-теплым и влажным летом, с ясно выраженными сезонами весны и осени.

Ярославская область относится к северной зоне с суммой положительных температур 1800-1900 °С. Длительность этого периода 120-129 дней. Сумма положительных температур выше 15 °С составляет 1200-1300 °С. Длительность этого периода 60-76 дней. Средняя дата последнего заморозка – весной 12 мая. Средняя дата первого заморозка осенью – 16 сентября. Продолжительность безморозного периода 125-140 день. В районе проведения исследований наблюдается избыточное увлажнение. Общее количество атмосферных осадков составляет 500-600 мм в год, причем 70 % их выпадает летом и осенью и лишь 30 % в зимнее время. Сумма осадков за период с температурой выше 10 °С – 250-300 мм, ГТК = 1,4-1,6.

Май характеризовался быстрым ростом температур воздуха, что благоприятствовало просыханию почвы и развертыванию посадочных работ. В летние дни преобладала кучевая облачность в дневные часы. В августе наблюдалось плавное понижение температуры.

Самая высокая дневная температура в мае составляла 26,5 °С, в то время как минимальная температура ночью спускалась до 5 °С; июне высокая дневная температура – 29,5 °С, минимальная температура ночью – 3,3 °С; в июле высокая дневная температура – 27 °С, минимальная температура ночью – 12,3 °С; в августе высокая дневная температура – 27,5 °С, минимальная температура ночью – 9,3 °С.

Исходя из собранных данных, вторая и третья декада лета – одни из самых дождливых: количество осадков за июнь – 78,0 мм, а за июль – 91,9 мм, а меньше всего осадков наблюдалось в августе – 55 мм.

Агрометеорологические условия для прорастания семян, появления всходов, роста и развития амаранта складывались в основном благоприятно.

Исследования проводились в двухфакторном стационарном полевом опыте по следующим вариантам.

Схема полевого двухфакторного (4 х 3) стационарного опыта

Фактор А. Доза азотных удобрений, «А»:

1. Без удобрений, «A_1»;
2. N_{15}, «A_2»;
3. N_{20}, «A_3»;
4. N_{25}, «A_4».

Фактор В. Ширина междурядий, «В»:

1. 15 см, «B_1»;
2. 30 см, «B_2»;
3. 45 см, «B_3».

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная.

Предшественник культуры – чистый пар. Осенью проводились лущение и отвальная обработка. Весной – предпосевная культивация. Во время вегетации осуществлялась междурядная обработка.

Площадь листовой поверхности определяли методом высечек [14, с. 52], сухое вещество – с помощью высушивания. Численность вредителей устанавливали методом кошения сачком [15, с. 45]. Урожайность определяли на учётных площадках. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза – это расчётные показатели. Дисперсионный анализ полученных данных проводился с помощью пакета программ STRAZ.

Результаты. Фотосинтетическая деятельность является основополагающей составляющей получения высоких урожаев полевых культур. В среднем по факторам применение азотных удобрений способствовало существенному увеличению площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала посевов амаранта при наибольших значениях по фону N_{20} – 4,7 тыс. м^2/га и 324,08 тыс. м^2/ га х дней, соответственно (таблица 1). Подобная тенденция прослеживалась относительно сухой надземной массы за исключением варианта A_4, где различия были недостоверны. В среднем по дозам азотных удобрений увеличение ширины междурядий при посеве амаранта обусловило статистически значимое увеличение площади листовой поверхности, накопления сухой надземной массы и фотосинтетического потенциала при максимальных значениях на варианте с шириной междурядий 45 см. Противоположная динамика прослеживалась при анализе чистой продуктивности фотосинтеза.

Полевая всхожесть – это важнейший показатель, обеспечивающий получение планируемого урожая. В среднем по факторам применение изучаемых доз азотных удобрений не вызвало каких-либо значимых изменений всхожести, количества растений к уборке и сохранности при наибольших значениях на фоне с внесением N_{20}.

Таблица 1 – Влияние изучаемых факторов на фотосинтетическую деятельность посевов амаранта

Вариант	Показатель			
	площадь листовой поверхности, тыс. м^2/га	сухая надземная масса, т/га	фотосинтетический потенциал, тыс. м^2/ га х дней	чистая продуктивность фотосинтеза, г/м^2 в сутки
Фактор А. Доза азотных удобрений, «А»				
Без удобрений, «A_1»	3,40	2,52	256,69	2,24
N_{15}, «A_2»	3,80	2,77	311,36	2,22
N_{20}, «A_3»	4,70	2,81	324,08	1,84
N_{25}, «A_4»	4,00	2,64	283,66	1,99
$НСР_{05}$	0,40	0,13	20,86	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Ширина междурядий, «В»				
15 см, «B_1»	3,00	2,49	202,90	2,78
30 см, «B_2»	3,90	2,68	286,46	1,89
45 см, «B_3»	5,00	2,90	392,48	1,55
$НСР_{05}$	0,20	0,10	41,12	0,36

В среднем по дозам удобрений увеличение ширины междурядий с 15 сантиметров на контроле до 30 и до 45 см обусловило статистически значимое увеличение вышеназванных показателей при максимальных – на варианте с шириной междурядий 45 см.

Сорные растения могут в значительной мере снизить урожай амаранта в его начальные фазы

развития. В посеве встречались следующие сорные растения: многолетние – подорожник большой, чистец болотный, одуванчик лекарственный, осот полевой, бодяк полевой, хвощ полевой; малолетние – пастушья сумка, марь белая, ромашка непахучая, горец шероховатый, пикульник красивый, дымянка аптечная, ярутка полевая. Использование изучаемых доз азотных удобрений в среднем по факторам не выявило каких-либо значимых изменений в численности и сухой массе малолетних и многолетних сорных растений при наименьших значениях на варианте A_3 (табл. 2).

В среднем по дозам азотных удобрений посев амаранта с шириной междурядий в 45 см обусловил достоверное снижение численности малолетних и многолетних сорняков.

Использование изучаемых значений ширины междурядий вело к статистически значимым снижениям сухой массы малолетников в сравнении с контрольной шириной в 15 см. Посев амаранта с шириной междурядий в 45 см способствовал существенному снижению сухой массы многолетних сорных растений на 3,88 г/м^2.

В посеве амаранта были в течение вегетации обнаружены следующие вредители: сорняковая блошка, злаковая тля и подсолнечниковая огневка. Все они повреждают растение в ранние фазы развития. В среднем по фактору «ширина междурядий» внесение азотных удобрений в дозе 20 кг д.в./га способствовало существенному снижению численности изучаемых вредителей. Посев амаранта с шириной междурядий 45 см обусловил статистически значимое снижение численности сорняковой блошки, злаковой тли и подсолнечниковой огнёвки, что, вероятно, связано с более лучшим развитием культуры и более успешной сопротивляемостью действию вредных организмов.

Таблица 2 – Влияние изучаемых факторов на засорённость и поражённость вредителями посевов амаранта

Вариант	Малолетние сорняки		Многолетние сорняки		Вредители, экз./м^2		
	численность, шт./м^2	сухая масса, г/м^2	численность, шт./м^2	сухая масса, г/м^2	сорняковая блошка	злаковая тля	подсолнечниковая огнёвка
Фактор А. Доза азотных удобрений, «А»							
Без удобрений, «A_1»	8,78	13,99	6,33	12,85	1,80	1,79	1,88
N_{15}, «A_2»	7,33	14,64	5,22	13,82	1,89	1,92	1,87
N_{20}, «A_3»	6,89	13,73	4,11	12,79	1,41	1,41	1,41
N_{25}, «A_4»	8,11	14,34	7,11	15,53	1,75	1,58	1,74
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,27	0,19	0,17
Фактор В. Ширина междурядий, «В»							
15 см, «B_1»	8,92	16,14	5,92	15,25	1,84	1,89	1,95
30 см, «B_2»	7,58	14,32	6,50	14,63	1,81	1,66	1,71
45 см, «B_3»	6,83	12,07	4,67	11,37	1,49	1,49	1,52
$НСР_{05}$	1,51	1,21	1,03	2,09	0,20	0,17	0,24

Урожайность полевых культур является интегрированным показателем плодородия, обусловливающем эффективность применяемых агроприёмов. В среднем по факторам использование азотных удобрений в дозе 25 кг д.в./га способствовало существенному снижению урожайности зелёной массы амаранта с 145 ц/га на варианте «без удобрений» до 128 ц/га при максимальных значениях по фону N_{20} – 156 ц/га (таблица 3). Для обеспечения максимального урожая с единицы площади, а также для облегчения борьбы с сорной растительностью рекомендуется использовать широкорядные посевы.

В среднем по дозам азотных удобрений посев амаранта с шириной междурядий в 45 см обусловил достоверное увеличение вышеназванного показателя на 23 ц/га зелёной массы и 1,15 ц/га семян.

Таблица 3 – Влияние изучаемых факторов на урожайность амаранта, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	
	зелёной массы	семян
Фактор А. Доза азотных удобрений, «А»		
Без удобрений, «A_1»	145	3,06
N_{15}, «A_2»	151	2,83
N_{20}, «A_3»	156	3,42
N_{25}, «A_4»	128	3,42
$НСР_{05}$	14	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Ширина междурядий, «В»		
15 см, «B_1»	135	2,65
30 см, «B_2»	142	3,09
45 см, «B_3»	158	3,80
$НСР_{05}$	11	0,96

Это можно объяснить тем, что недостаточная освещённость проростков культуры в первые периоды роста тормозит интенсивность фотосинтеза и может приводить к их гибели, что подтверждается нашими данными. Значительная потребность амаранта в световой энергии объясняется C_4 – типом фотосинтеза и соответствующим этому типу анатомией листьев, структурой фотосинтетического аппарата, содержанием пигментов и других компонентов, которые настроены на использование возможно большего количества получаемого света.

Заключение. Таким образом, в Ярославской области можно порекомендовать высевать амарант на дерново-подзолистых почвах с внесением азотных удобрений перед посевом в дозе 20 кг/га по д.в. с шириной междурядий 45 см. Данные агроприёмы способствуют максимальной фотосинтетической активности, всхожести и сохранности к уборке, наименьшим значениям показателей засорённости и численности вредителей при наибольшей урожайности зелёной массы и зерна.

Список используемой литературы

1. Белоножкина Т. Г., Курецкая В. А. Амарант – культура больших возможностей для ЦЧЗ России // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов: мат. II Росс. науч.-практ. конф. М., 2003. С.33-35.

2. Дергаусов В. И. Амарант – культура перспективная // Масла и жиры. 2006. № 2. С.7.

3. Железнов А. В., Солоненко Л. П., Железнова Н. Б. Амарант – перспективная пищевая и кормовая культура многоцелевого использования для Западной Сибири // Пища. Экология. Качество. Новосибирск, 2001. С. 44-45.

4. Коненков П. Ф. Амарант – ценный источник антиоксидантов и кальция // Картофель и овощи. 2007. № 1. С. 9-10.

5. Железнов А. В., Железнова Н. Б., Бурмакина Н. В., Юдина Р. С. Амарант: научные основы интродукции. Новосибирск, 2009.

6. Коненков П. Ф., Гинс В. К., Гинс М. С. Амарант – культура XXI века. М., 2001.

7. Асташов А. Н., Родина Т. В., Багдалова А.З. Эффективность выращивания амаранта для производства кормов в условиях Нижнего Поволжья // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 2. С. 39-44.

8. Мусаев Х. М., Мусаева З. М., Магомедова А. А., Казбеков Б. И. Влияние режимов орошения и способов посева на урожайность амаранта в Терско-Сулакской подпровинции РД // Проблемы развития АПК региона. 2017. № 1. С. 38-40.

9. Казарина А. В., Казарин В. Ф. Особенности агротехнологии возделывания амаранта в Самарском Заволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 7-11.

10. Икоева Л. П., Хаева О. Э., Бацазова Т. М. Разработка технологии возделывания амаранта в условиях предгорной зоны РСО-Алания // Известия Горского аграрного университета. 2017. № 54 (3). С. 19-24.

11. Svirskis A. Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania // Agronomy

Reseach. 2003. № 1. P. 253-264.

12. Alejanrde-Iturbide G. The cultivation of amaranth in México // Amaranth – Plant for the Future (5th International Symposium of the European Amaranth Assosiation), 2008. Nitra. P. 37-38.

13. Grobelnik Mlakar S., Bavec M., Jakop M. Productivity of grain amaranth *A. cruentus* «G6» as affected by drought occuring at different growth stages // Amaranth – Plant for the Future (5th International Symposium of the European Amaranth Assosiation), 2008. Nitra. P. 40-43.

14. Ничипорович А. А. Методические указания по учёту и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М.: Издательство ВАСХНИЛ, 1969. С. 50-57.

15. Артохин К. С. Метод кошения энтомологическим сачком // Защита и карантин растений. 2010. № 11. С. 45-48.

References

1. Belonozhkina T. G., Kuretskaya V. A. Amarant – kultura bolshikh vozmozhnostey dlya TsChZ Rossii // Aktualnye problemy innovatsiy s netraditsionnymi prirodnymi resursami i sozdaniya funktsionalnykh produktov: mat. II Ross. nauch.-prakt. konf. M., 2003. S. 33-35.

2. Dergausov V. I. Amarant – kultura perspektivnaya // Masla i zhiry. 2006. № 2. S. 7.

3. Zheleznov A. V., Solonenko L. P., Zheleznova N. B. Amarant – perspektivnaya pishchevaya i kormovaya kultura mnogotselevogo ispolzovaniya dlya Zapadnoy Sibiri // Pishcha. Ekologiya. Kachestvo. Novosibirsk, 2001. S.44-45.

4. Konenkov P. F. Amarant – tsennyy istochnik antioksidantov i kaltsiya // Kartofel i ovoshchi. – 2007. № 1. S.9-10.

5. Zheleznov A. V., Zheleznova N. B., Burmakina N. V., Yudina R. S. Amarant: nauchnye osnovy introduktsii. Novosibirsk, 2009.

6. Konenkov P. F., Gins V. K., Gins M. S. Amarant – kultura XXI veka. M., 2001.

7. Astashov A. N., Rodina T. V., Bagdalova A. Z. Effektivnost vyrashchivaniya amaranta dlya proizvodstva kormov v usloviyakh Nizhnego Povolzhya // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2017. № 2. S. 39-44.

8. Musaev Kh. M., Musaeva Z. M., Magomedova A. A., Kazbekov B. I. Vliyanie rezhimov orosheniya i sposobov poseva na urozhaynost amaranta v Tersko-Sulakskoy podprovintsii RD // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. № 1. S. 38-40.

9. Kazarina A. V., Kazarin V. F. Osobennosti agrotekhnologii vozdelyvaniya amaranta v Samarskom Zavolzhe // Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2015. № 4. S. 7-11.

10. Ikoeva L. P., Khaeva O. E., Batsazova T. M. Razrabotka tekhnologii vozdelyvaniya amaranta v usloviyakh predgornoy zony RSO-Alaniya // Izvestiya Gorskogo agrarnogo universiteta. 2017. № 54 (3). S. 19-24.

11. Svirskis A. Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania // Agronomy Reseach. 2003. № 1. P. 253-264.

12. Alejanrde-Iturbide G. The cultivation of amaranth in México // Amaranth – Plant for the Future (5th International Symposium of the European Amaranth Assosiation), 2008. Nitra. P. 37-38.

13. Grobelnik Mlakar S., Bavec M., Jakop M. Productivity of grain amaranth A. cruentus «G6» as affected by drought occuring at different growth stages // Amaranth – Plant for the Future (5th International Symposium of the European Amaranth Assosiation), 2008. Nitra. P. 40-43.

14. Nichiporovich A. A. Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolyu vazhneyshikh pokazateley protsessov fotosinteticheskoy deyatelnosti rasteniy v posevakh. M.: Izdatelstvo VASKhNIL, 1969. S. 50-57.

15. Artokhin K. S. Metod kosheniya entomologicheskim sachkom // Zashchita i karantin rasteniy. 2010. № 11. S. 45-48.