

УДК [633.39:581.19]:631.53.04(477)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА У РАСТЕНИЙ АМАРАНТА В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Н. Б. ГУДКОВСКАЯ

Харьковский национальный университет им. В.В. Докучаева
г. Харьков, Украина, 61003

(Поступила в редакцию 12.02.2018)

Амарант является альтернативной зерновой культурой с широким спектром направлений использования, обладает ценными биологическими и хозяйственными признаками, среди которых – высокая продуктивность и качество семян. Это дает возможность его использования для кормовых, пищевых, фармацевтических, лечебных целей. Несмотря на почтенный возраст амаранта как культуры, остается до конца не исследованной технология его выращивания и переработки.

Впервые в условиях Левобережной Лесостепи Украины проанализированы динамика накопления сухого вещества в биомассе растений и изменение индекса листовой поверхности растений амаранта в зависимости от сроков посева разных сортов амаранта. Было установлено, что индекс листовой поверхности составляет 2–11 в зависимости от фазы развития, сроков посева и сортовых особенностей растений. Накопление сухого вещества у растений увеличивается к концу вегетации и составляет у сорта Ультра 29,5 %–34,2 %, у сорта Студенческий – 30,0 %–34,6 % в зависимости от сроков посева. Приведены данные урожайности сухого вещества, проведен корреляционный анализ между индексом листовой поверхности и урожаем сухого вещества в растениях амаранта.

Ключевые слова: амарант, сухое вещество, индекс листовой поверхности, срок посева, фазы развития, ассимиляционная поверхность.

Amaranth is an alternative cereal crop with a wide range of uses, has valuable biological and economic characteristics, including high productivity and quality of seeds. This makes it possible to use it for feed, food, pharmaceutical, medicinal purposes. Despite the venerable age of amaranth as a crop, the technology of its cultivation and processing has not been fully investigated. For the first time in the conditions of left-bank forest-steppe of Ukraine, the dynamics of accumulation of dry matter in plant biomass and the change in the index of leaf surface of amaranth plants were analyzed, depending on the timing of sowing of different varieties of amaranth. It was found that the leaf surface index is 2-11, depending on the phase of development, the timing of planting and the varietal characteristics of plants. The accumulation of dry matter in plants increases by the end of vegetation and amounts to 29.5% - 34.2% in the Ultra variety, and 30.0% - 34.6% in the Studencheskii variety, depending on the time of sowing. We have presented data about the yield of dry matter, and conducted correlation analysis between the leaf surface index and the dry matter yield in amaranth plants.

Key words: amaranth, dry matter, leaf surface index, sowing period, development phase, assimilation surface.

Введение

Амарант – засухоустойчивое растение, потребность в воде у него в 2–2,5 раза меньше, чем у бобовых и злаковых культур [1]. Он отличается отзывчивостью на приемы агротехники, адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям, устойчивостью к вредителям и болезням, интенсивным ростом, небольшой нормой высева семян, высокой продуктивностью и высоким коэффициентом размножения. Это определяет преимущества амаранта перед другими культурами и дает основание считать его продовольственной культурой XXI века, богатой на белок, сквален, жирорастворимые витамины, макро- и микроэлементы [2, 3].

Амарант относится к растениям с C₄ типом фотосинтеза, то есть, к тем растениям, которые интенсивно и в больших количествах связывают углекислый газ из атмосферы, что немаловажно в условиях глобального потепления. Растения хорошо переносят летнюю засуху. Листья у растений имеют продолговато-округлую форму с поочередным размещением вдоль стебля, с ярко выраженной гетерофильностью, что создает возможность для их максимального освещения. Все нижние листья гораздо крупнее, на длинных черешках, тогда как верхние более мелкие и могут быть сидячими, при этом листья не затеняют друг друга. Это повышает продуктивность амаранта [4, 5]. Растения амаранта, не имея полуденной депрессии, фотосинтезируют на протяжении всего светового дня с высокой продуктивностью и быстрым оттоком ассимилянтов [6, 7]. Особенности расположения листьев на стебле дает возможность растениям амаранта использовать эффективно солнечные лучи и влагу, за счет чего интенсивнее идет накопление сухого вещества и, соответственно, формируется высокий урожай зеленой массы и зерна.

Как известно, накопление сухого вещества у растений зависит от интенсивности фотосинтеза, размера листьев и суммы дней вегетационного периода. Важно, чтобы в конце вегетационного периода питательные вещества как можно интенсивнее были использованы на формирование хозяйственно ценных органов. В этой связи все приемы, которые усиливают отток ассимилянтов, и даже отмирание листьев в конце вегетационного периода, могут быть полезными.

Вопрос о связи между фотосинтезом и урожаем растений получил более подробное освещение в работах А. А. Ничипоровича. Почва – черное тело и, нагреваясь до 60 °С–70 °С, она поглощает весь спектр солнечной радиации. Расход влаги растениями в большей степени зависит от того, насколько затенена почва листьями. Особенно это выражено в засушливые годы, так как происходит усиление транспирации у растений. На каждом квадратном метре должно быть четыре квадратных метра листьев, при этом почва затенена на 100 %, а КПД фотосинтеза максимальный. Важный фактор – затенение почвы листвой к нужному моменту. У зерновых это – выход в трубку, у подсолнуха – формирование корзинки, у кукурузы и сорго – выметывание метелки. Размер листовой поверхности в посевах выражают величиной, получившей название индекса листовой поверхности (ИЛП). Оптимальная площадь листьев различна для растений с разным расположением листьев. Чем более вертикально расположены листья, тем меньше они затеняют нижележащие и тем выше значение площади листьев. При оптимальных значениях ИЛП происходит интенсивное накопление биомассы. Размещение листьев и архитектура растений в посевах играет важную роль. Это влияет на то, какое количество солнечных лучей попадет на растение и сколько их поглотит почва. В умеренной зоне растения продуктивны при ИЛП 4-5. Так, для клевера оптимальное значение ИЛП равно 3—4, а для пшеницы оно доходит до 7.

Целью наших исследований было изучение влияния сроков посева на динамику накопления сухого вещества у растений амаранта и определение факторов, которые его обуславливают.

Основная часть

Исследования проводили в 2014–2016 гг. В исследованиях использовали зерновые сорта амаранта: Ультра (ранний), относящийся к виду *A. hybridus*; Студенческий (средний), относящийся к виду *A. hypochondriacus*. Сорта выведены в Харьковском национальном аграрном университете им. В. В. Докучаева. Исследования проводили на опытном поле. Высевали амарант в четыре срока, начиная со второй–третьей декады апреля при достижении температуры почвы +12 °С на глубине заделки семян (3 см) и далее через каждые две недели. Предшественник – пшеница яровая. Посев проводили сеялкой ССКФ-7 с междурядьем 45 см. Площадь посевной делянки составляла 30 м². В процессе вегетации проводили учеты зеленой массы в каждой фазе развития растений до сбора урожая по методике государственного сортоиспытания [8]. В момент учета урожая зеленой массы определяли процент содержания сухого вещества и его урожайность. ИЛП определяли как отношение суммарной площади листьев растений к занимаемой ими площади почвы.

Харьковская область находится на границе двух зон – Лесостепи и Степи Украины. Почва опытного поля – чернозем типичный, малогумусный, тяжелосуглинистый на карбонатном лесе, содержание гумуса 4,4–4,7 %. Реакция почвы нейтральная (рН – 6,75–7,00). Климат зоны – умеренно континентальный, среднегодовая температура воздуха составляет +8,1 °С, средняя температура воздуха летом составляет +19 °С; среднегодовое количество осадков в нашем регионе – 515 мм, среднегодовое количество осадков в период вегетации (апрель–октябрь) – 323 мм. Средняя продолжительность вегетативного периода составляет 200 дней, активная вегетация продолжается 166 дней. Вегетация у амаранта исследуемых сортов продолжается 90–130 дней. Место проведения исследований находится в зоне среднего и нестабильного увлажнения, где характерны колебания температуры воздуха и количества осадков. Эти факторы могут оказывать значительное влияние на рост и развитие растений амаранта, особенно на начальном этапе.

Так, в 2014 году отмечалось 344 мм осадков и равномерное их распределение в течение периода вегетации. В 2015 году выпало 207 мм осадков и это составило 64 % от среднегодовых показателей, но в период посева и начального этапа развития растений их наблюдалось 92 мм, что вполне достаточно для появления всходов и развития растений [9].

2016 год отличался большим количеством осадков по сравнению с многолетними данными. За период вегетации их выпало 361 мм.

Амарант относится к тропическим растениям. Для формирования урожая зерна ему необходима сумма активных температур 2250 °С. По среднемноголетним данным нашего региона сумма активных температур составляет 2867 °С, что дает возможность для нормального роста, развития и формирования качественного урожая даже у позднеспелых сортов амаранта. В целом почвенно-климатические условия исследуемых годов обеспечивали формирование урожая зеленой массы и зерна у растений амаранта всех сроков посева.

Интенсивность работы листового аппарата может быть достигнута путем повышения нагрузки на единицу фотосинтетического аппарата за счет усиления роста потребляющих органов. Необходимо добиваться быстрого развития листовой поверхности в начале вегетационного периода. Вместе с тем лист — это не только орган фотосинтеза, но и орган транспирации. Следовательно, чем больше площадь листьев, тем больше листовой индекс. Оптимальная структура агроценоза определяются тем, что его одиночные или ветвящиеся стебли, могут нести большое количество довольно крупных (до 250 шт. на одно растение) листьев, чем обеспечивается высокий индекс листовой поверхности и значительная абсорбция падающего света [4,10]. В фазе бутонизации и позднее стебель амаранта, благодаря специфике строения и значительной массе, становится очень емким хранилищем воды, позволяющим обеспечивать значительные ее расходы на транспирацию, особенно в критические периоды (засухи) [11,12].

По данным ученых Украины листовой индекс у растений амаранта составляет 6–10 (юг Украины) [13], русских ученых – 8–12 (ЦЧР) [14], 10–12 (средняя полоса России) [10].

Темпы роста и развития амаранта изменяются в зависимости от фазы вегетации, сроков посева. На ранних этапах онтогенеза растения растут медленно, максимальный среднесуточный прирост отмечается в фазу цветения. Максимальных размеров ассимиляционная поверхность амаранта достигает в периоды молочной и восковой спелости семян [6]. На протяжении трех лет прослеживалась динамика нарастания ассимиляционной поверхности у амаранта в зависимости от сроков посева. Наиболее благоприятные условия для формирования ассимиляционной поверхности и, соответственно, ИЛП сложились в 2014–2015 гг. В 2014 году у растений сорта Ультра ИЛП наибольшим был во втором сроке в фазах ветвления и выбрасывания метелки, а до конца вегетации ИЛП наибольшим был в третьем сроке, что связано с погодными условиями того периода (количество осадков в июле 49 мм, в августе – 44 мм при средней температуре воздуха +23 °С в обоих месяцах). У растений сорта Студенческий наибольший ИЛП был в третьем сроке посева во всех фазах развития. Сорт Студенческий имеет более длительный период вегетации, чем сорт Ультра, и растения третьего срока посева попали в самые оптимальные для амаранта погодные условия. В 2015 году благоприятные условия для формирования ассимиляционной поверхности сложились в первом, втором и третьем сроках посева у обоих сортов соответственно и ИЛП был выше. Наименьшие показатели ИЛП за три года исследований наблюдались в 2016 году, что было связано с погодными условиями в фазе вегетационного развития растений (средняя температура воздуха в мае +13,0 °С, в июне +17,0 °С, количество осадков в мае 92 мм, в июне 43 мм, что недостаточно в этот период). Растения в 2016 году задерживались в росте, облиственность растений была ниже по сравнению с показателями 2014–2015 гг., урожайность зеленой массы и площадь листьев отставала от показателей предыдущих годов [15]. Соответственно ИЛП существенно отличался от показателей ИЛП 2014–2015 гг., особенно в первом и втором сроках посева у сорта Ультра в фазах ветвления и выбрасывание метелки. Растения сорта Студенческий первого срока посева имели затяжной период вегетационного развития, до фазы цветения прошло 98 дней, поэтому ИЛП существенно был меньше по сравнению с другими сроками посева того же года до фазы цветения (табл.1).

Таблица 1. Индекс листовой поверхности амаранта по фазам развития в зависимости от сроков посева, среднее за 2014–2016 гг.

Сроки посева	Фазы развития растений амаранта																			
	Ветвления				Выбрасывание метелки				Цветения				Молочной спелости семян				Восковой спелости семян			
	2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее
	Ультра																			
I	3,2	2,9	1,7	2,6	4,9	5,5	3,2	4,5	5,3	6,3	6,1	5,9	6,3	8,6	6,9	7,3	4,1	11,9	8,4	8,1
II	4,6	3,0	1,7	3,1	5,4	3,6	2,6	3,9	5,4	5,3	4,4	5,0	5,9	5,3	5,2	5,5	6,7	14,5	7,6	9,6
III	3,1	2,0	2,1	2,4	4,8	3,0	3,4	3,7	5,9	4,0	4,1	4,7	6,8	8,1	6,0	7,0	8,1	11,4	13,5	11,0
IV	2,8	1,4	2,7	2,3	3,9	1,7	3,2	2,9	4,7	3,4	4,0	4,0	5,4	3,8	5,2	4,8	5,8	5,1	7,3	6,1
	Студенческий																			
I	3,8	4,7	1,8	3,4	5,1	5,5	1,0	3,9	5,4	5,8	3,7	5,0	6,2	8,9	4,9	6,7	6,5	15,7	6,1	9,4
II	3,7	2,4	2,1	2,7	4,7	5,4	2,0	4,0	5,1	12,0	2,7	6,6	6,1	7,2	5,6	6,3	9,0	15,8	4,9	9,9
III	3,8	3,1	1,5	2,8	5,6	3,5	1,6	3,6	6,0	7,9	2,1	5,3	6,9	8,1	4,9	6,6	9,9	7,0	8,6	8,5
IV	2,2	1,1	2,1	1,8	4,1	2,3	2,2	2,9	5,1	2,9	4,3	4,1	6,3	4,4	5,2	5,3	9,4	4,6	6,9	7,0

Важная биологическая особенность амаранта – его экологическая пластичность, которая проявляется в приспособленности к разным почвенно-климатическим условиям. Наши исследования показали, что при наступлении благоприятных условий для дальнейшего роста и развития у растений наблюдалось ускорение в темпах роста. ИЛП в первом сроке посева от фазы цветения до конца вегетации был сопоставим с ИЛП в остальных сроках посева 2016 года у обоих сортов. Третий и четвертый сроки посева 2016 года попали в благоприятные погодные условия (количество осадков в июле 106 мм, в августе – 51 мм, средняя температура воздуха в июле и августе +23 °С), растения не отставали в развитии, что позитивно повлияло на показатели ИЛП. В среднем за годы исследования ИЛП изменялся от фазы ветвления до фазы восковой спелости семян от 2,3 до 11,0 у сорта Ультра и от 1,8 до 9,9 у сорта Студенческий. Так, в фазе восковой спелости ассимилирующая поверхность растений имела самый высокий показатель, в среднем за годы исследований, при третьем сроке посева у сорта Ультра 11,0; в том же сроке сорт Студенческий имел листовой индекс 8,5. Наибольший листовой индекс, в среднем за три года исследований, сорт Студенческий показал во втором сроке посева – 9,9 (табл.1).

Особенности роста и развития амаранта изучали многие ученые. Одним из основных критериев оценки эффективности влияния элементов технологии выращивания на кормовую ценность посевов амаранта является накопление в зеленой массе сухого вещества и содержание в нем белка. По данным И. А. Чернова установлено, что по мере созревания растений у них увеличивается содержание сухого вещества. Так если в фазе бутонизации доля сухого вещества составляет 11,2 %, то в начале образования семян — 17,4 %. В сухом веществе у растений амаранта содержится более 30 % сырого протеина, а в молодых листьях в пересчете на сухое вещество количество белка достигает 48 % [15].

Исследования, проведенные учеными в Северной Степи Украины, показали эффективность выращивания амаранта в смеси с кукурузой и сорго. При этом наибольшая урожайность сухого вещества составила 7,95 т/га при смешанном посеве амаранта и кукурузы [16]. Исследования, проведенные на юге Украины, показали, что содержание сухого вещества, в зависимости от сорта, находится в пределах 14,8–15,5 % в фазе ветвления и 20,0–24,0 % в фазе восковой спелости [17].

Исследования ученых в Татарстане показали, что с возрастом растения амаранта накапливают больше сухого вещества. Чем моложе растение, тем больше в нем влаги. Первоначальная влага в фазе цветения составляет 83,7 %, а в фазе начала плодоношения – 77,5 %, в фазе молочно-восковой спелости семян – 74,8 % [18].

Проведенные нами исследования показали зависимость между накоплением сухого вещества и сроками посева. В растениях сорта Ультра в 2014 году накопление сухого вещества в течение вегетации в первом сроке посева изменялось от 20,5 % в фазе ветвления до 33,1 % в фазе восковой спелости, от 18,0 % до 30,5 % – во втором сроке, от 13,0 % до 29,7 % – в третьем сроке и от 17,5 % до 26,8 % – в четвертом сроке посева. У растений сорта Студенческий изменения в накоплении сухого вещества наблюдались в таком соотношении: 16,5–31,9 % в первом сроке посева; 18,4–26,8 % – во втором; 12,5–29,8 % – в третьем; 18,0–

28,2 % в четвертом сроке посева. К фазе восковой спелости семян растения амаранта накапливали максимальное количество сухого вещества. В 2015 году максимальное содержание сухого вещества у растений сорта Ультра в первом сроке посева было в фазе молочной спелости семян и составляло 27,0 %, во втором сроке – в фазе восковой спелости – 32,5 %. В третьем и четвертом сроках посева процент содержания сухого вещества в фазах молочной и восковой спелости семян не изменялся и составлял 39,0 % и 31,0 % соответственно. Некоторые ученые считают, что накопление сухого вещества растениями не всегда увеличивается от фазы к фазе, возможны случаи, когда происходит уменьшение накопления сухого вещества в период формирования репродуктивных органов растений [19]. У сорта Студенческий накопление сухого вещества происходило до конца вегетации и в фазе восковой спелости семян в 2015 году оно составляло 30,6 %; 29,5 %; 35,1 %; 31,2 % соответственно по срокам посева. В 2016 году были самые низкие показатели накопления сухого вещества в фазе ветвления по сравнению с другими годами исследования. Соответственно по срокам посева: 10,0 %; 12,3 %; 11,1 %; 16,4 % – у сорта Ультра, 7,9 %, 11,8 %, 8,4 %, 17,6 % – у сорта Студенческий, что связано с погодными условиями в этот период. В среднем за три года исследований, в фазе восковой спелости у растений сорта Ультра были такие показатели накопления сухого вещества: в первом сроке посева 30,2 %, во втором – 32,0 %, в третьем – 34,2 %, в четвертом – 29,5 %. У сорта Студенческий они составили: 30,2 %, 30,0 %, 34,6 %, 30,3 % соответственно (табл. 2).

Урожайность сухого вещества в общей надземной биомассе растений обоих сортов была выше в 2014–2015 гг. по сравнению с 2016 годом, погодные условия которого привели к задержке развития растений амаранта, особенно в фазе вегетативного роста первого и второго сроков посева. Накопление сухого вещества в фазе ветвления у сорта Ультра интенсивнее проходило во втором сроке в 2014–2015 гг., в третьем и четвертом сроке посева – в 2016 году.

Фаза ветвления у растений первого срока посева проходила в менее благоприятных условиях теплового режима, что у обоих сортов амаранта отразилось на урожайности сухого вещества. Все другие сроки были благоприятными для развития растений и протекания фазы ветвления.

Таблица 2. Динамика накопления сухого вещества в зеленой массе амаранта в зависимости от сроков посева 2014–2016 гг., %

Фазы развития растений амаранта	Сроки	Сорта амаранта							
		Ультра				Студенческий			
		2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее
Ветвление	I	20,5	16,8	10,0	15,8	16,5	15,4	7,9	13,3
	II	18,0	17,5	12,3	15,9	18,4	15,5	11,8	15,2
	III	13,0	16,4	11,1	13,5	12,5	13,8	8,4	11,6
	IV	17,5	21,6	16,4	18,5	18,0	15,9	17,6	17,2
Выбрасывание метелки	I	24,0	22,0	23,0	23,0	19,0	17,1	14,3	16,8
	II	29,0	23,0	17,2	23,1	22,5	18,0	14,3	18,3
	III	15,5	19,4	21,8	18,9	14,5	21,0	37,8	24,1
	IV	18,5	26,3	16,8	20,5	19,0	19,1	15,0	17,7
Цветение	I	30,0	25,0	32,0	29,0	22,5	19,0	22,9	21,5
	II	30,0	27,0	22,0	26,3	24,5	23,5	20,3	22,8
	III	20,0	23,0	37,0	26,7	19,5	19,5	38,6	25,9
	IV	22,5	26,7	22,5	23,9	23,5	25,4	20,0	23,0
Молочная спелость семян	I	32,5	27,0	32,0	30,5	27,0	22,5	27,5	25,7
	II	27,0	27,5	26,0	26,8	25,1	26,0	28,0	26,4
	III	27,0	39,0	37,0	34,3	22,5	28,5	39,0	30,0
	IV	25,5	31,0	34,5	30,3	26,0	27,5	23,9	25,8
Восковая спелость семян	I	33,1	24,5	33,0	30,2	31,9	30,6	28,0	30,2
	II	30,5	32,5	33,0	32,0	26,8	29,5	33,8	30,0
	III	29,7	39,0	34,0	34,2	29,8	35,1	39,0	34,6
	IV	26,8	31,0	30,6	29,5	28,2	31,2	31,6	30,3

Фаза выбрасывания метелки лучше по урожайности сухого вещества была при втором сроке посева, в отдельные годы при третьем – в зависимости от наличия осадков в этот период. Фаза цветения при всех сроках посева попадала в благоприятные условия по тепловому режиму. У растений сорта Ультра накопление сухого вещества было наибольшим при первом сроке в 2014 году, при втором – в 2015 году, при третьем – в 2016 году. В фазе молочной спелости семян накопление шло лучше при первом сроке посева, в отдельные годы

– при третьем. Растения в фазе восковой спелости семян накапливали сухого вещества больше при третьем сроке посева.

Таблица 3. Динамика накопления сухого вещества в зеленой массе амаранта в зависимости от сроков посева 2014–2016 гг., т/га

Фазы развития растений амаранта	Сроки	Сорта амаранта							
		Ультра				Студенческий			
		2014	2015	2016	среднее	2014	2015	2016	среднее
Ветвление	I	3,87	2,00	0,38	2,08	3,07	3,23	0,15	2,15
	II	3,51	1,49	0,45	1,82	3,13	2,73	0,52	2,13
	III	2,33	1,59	0,57	1,50	2,54	2,70	0,38	1,87
	IV	3,97	1,04	0,87	1,96	3,11	2,23	1,72	2,35
	HCP ₀₅	0,85	0,50	0,14		0,53	0,45	0,16	
Выбрасывание метелки	I	5,71	5,13	2,48	4,44	6,02	5,51	1,22	4,25
	II	9,95	6,10	1,78	5,94	7,65	7,09	1,50	5,41
	III	4,42	3,78	4,42	4,21	5,66	7,47	4,39	5,84
	IV	4,20	3,45	1,89	3,18	6,76	4,60	2,36	4,57
	HCP ₀₅	1,31	1,20	1,03		0,81	0,73	0,69	
Цветение	I	12,66	12,93	6,40	10,66	11,95	9,42	4,99	8,79
	II	12,03	15,47	5,46	10,99	12,54	13,37	3,57	9,83
	III	7,78	8,54	8,40	8,24	9,81	9,56	12,93	7,10
	IV	10,35	6,19	4,75	7,10	13,07	9,58	5,96	9,54
	HCP ₀₅	2,38	1,50	1,55		1,21	0,91	1,00	
Молочная спелость семян	I	20,31	14,58	9,18	14,69	22,87	14,36	6,54	14,59
	II	19,39	19,88	7,10	15,46	19,65	20,45	7,62	15,91
	III	19,79	20,09	9,95	16,61	20,21	20,63	13,65	18,16
	IV	15,71	9,18	9,66	11,52	16,64	16,31	8,77	13,91
	HCP ₀₅	2,10	5,08	1,67		1,61	1,83	1,65	
Восковая спелость семян	I	24,11	13,62	11,45	16,39	32,12	22,74	7,22	20,69
	II	28,09	28,41	10,56	22,35	26,64	26,37	11,90	22,62
	III	28,42	23,92	10,68	21,01	33,02	30,33	14,94	26,10
	IV	21,25	10,97	10,08	14,10	22,08	21,43	13,18	18,90
	HCP ₀₅	3,18	1,51	2,02		3,36	4,03	4,50	

Накопление сухого вещества у растений сорта Студенческий в фазе ветвления имело такую тенденцию: в 2014 году проходило без существенной разницы по срокам посева. В 2015 году накопление сухого вещества интенсивнее было в первом сроке посева. В фазе выбрасывания метелки накопление сухого вещества было больше во втором сроке посева в 2014 году и в третьем сроке посева в 2015–2016 гг. К фазе цветения растения сорта Студенческий интенсивнее накапливали сухое вещество в четвертом сроке посева 2014 года, во втором – в 2015 году, в третьем – в 2016 году. Это было связано с погодными условиями, складывающимися в эти периоды (средняя температура воздуха в эти периоды была +24 °С, количество осадков в 2014 составило 44 мм, 2015 году – 43 мм, в 2016 году – 105 мм). Более интенсивное накопление сухого вещества в фазе молочной спелости семян в 2014 году проходило при первом сроке посева, в 2015–2016 гг. – в третьем. К концу вегетации в фазе восковой спелости семян наибольший урожай сухого вещества был отмечен в третьем сроке посева на протяжении трех лет исследований (табл.3).

Проведенный корреляционный анализ между ИЛП и урожайностью сухого вещества у амаранта показал, что у сорта Ультра в фазе ветвления отсутствовала зависимость и коэффициент корреляции составлял 0,1. В фазах выбрасывания метелки и молочной спелости семян наблюдалась средняя зависимость между ИЛП и содержанием сухого вещества – 0,6 и 0,7. Чем ближе к сбору урожая эта зависимость становилась более высокой и составила в фазе цветения 0,8, в фазе молочной спелости – 0,7, в фазе восковой спелости – 0,9. У сорта Студенческий в фазе ветвления наблюдалась отрицательная зависимость, в фазах выбрасывания метелки и цветения зависимость была низкой положительной – 0,2 и 0,1 соответственно. К концу вегетации (фаза молочной и восковой спелости семян) у этого сорта наблюдалась средняя зависимость – 0,6 и 0,4.

Заключение

Проведенные нами исследования показали зависимость динамики накопления сухого вещества зеленой массой растений по фазам развития амаранта от сроков посева и сортовых особенностей.

1. Максимальный индекс листовой поверхности за все годы исследований наблюдался в фазе восковой спелости при всех сроках посева у обоих сортов.

2. Урожайность сухого вещества зависела от погодных условий года и в благоприятных для своего развития условиях растения давали большую урожайность сухого вещества.

3. Установлена зависимость между ИЛП и накоплением сухого вещества у обоих сортов. Показано, что в зависимости от фазы развития, корреляционная зависимость может изменяться от слабой положительной, или даже отрицательной в фазе ветвления, до средней и даже высокой в конце вегетации.

4. Для получения высокого урожая сухого вещества рекомендуем второй и третий сроки посева обоих сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинс, М. С. Характеристика сортов амаранта селекции ВНИИССОК по устойчивости к пониженной температуре и дефициту влаги / М.С. Гинс, В.К. Гинс, К.Х. Торрес Миньо // Овощи России. – 2015. – №1(26). – С. 36–42.
2. Саратовский, Л. И. Разработка сортовой агротехнологии зернового амаранта сорта Воронежский / Л. И. Саратовский // Вестник Воронежского госуд. аграр. ун-та. – 2013. – №2(37). – С. 136–142.
3. Высочина, Г. И. Амарант (*AMARANTHUS L.*): химический состав и перспективы использования (обзор) / Г. И. Высочина // Химия растительного сырья. – 2013. – №2. – С. 5–14.
4. Гопцій, Т. І. Амарант: біологія вирощування, перспективи використання, селекція [Текст] / Т. І. Гопцій. – Х., 1999. – 273 с.
5. Буянкин, В. И. Слово об амаранте / В. И. Буянкин // Научно-агрономический журнал. – 2014. – №2(95). – С. 26–31.
6. Гудковська, Н. Б. Врожайність зерна амаранту (*AMARANTHUS L.*) залежно від площі листової поверхні в умовах Лівобережного Лісостепу України. / Н. Б. Гудковська, Т.І. Гопцій // Вісник ХНАУ серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовощництво і зберігання». – 2016. – №2. – С.74–84.
7. Макрушин, М. М. Фізіологія рослин: підручник для вузів III-IV рівня акр / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников. – Вінниця.: Нова книга, 2006. – С. 120–125.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. / под общей ред. д. с.-х. наук М. А. Федина. – М., 1983. – 185 с.
9. Гудковська, Н. Б. Вплив строків сівби на схожість насіння амаранту в умовах Лівобережного Лісостепу України. / Н. Б. Гудковська, Т. І. Гопцій // Вісний ХНАУ серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовощництво і зберігання». – 2016. – №1. – С. 194–204.
10. Кадошнікова, И. Г. Оптимизация оптической структуры агрофитоценозов амаранта / И. Г. Кадошнікова, И. А.Чернов, А. Б. Прокофьев. Преобразование световой энергии в фотосинтезирующих системах и их модели: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Пушино, 1989. – С. 158–159.
11. Muravjova A. S., Ivanova I. F., Arhipova N. S., Chernov I. A. Peculiarities of water transport by the cells of *Amaranthus cruentus* // *Studia Biophysica*. - 1990. - V. 136, No 2-3. – P. 221–222.
12. Muravjova A. S., Tchernov I. A., Iljasov A. The role of *Amaranthus cruentus L.* stem in water storage // *Amaranth as food, forage and medicinale culture: Abst. Of papers of intern. Symposium. – Olomouc-Nitra (Czechoslovakia), 1992. – P. 23.*
13. Амарант України. [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.amarant-ukr.com.ua>.
14. Саратовский, Л. И. Биологические особенности, урожай и качество семян новых сортов амаранта в зависимости от агротехнических приемов. / Л. И. Саратовский, Т. Г. Ващенко, В. В. Казаян // Вестник Воронежского госуд. аграр. ун-та. – 2013. – №2(37). – С. 130–135.
15. Чернов, И. А. Специфика биосинтеза высоколизинового белка у растений рода *AMARANTHUS L.*, состав, свойства и технология его выделения из фитомассы амаранта / [Чернов И. А., Гасимова Г. А., Дегтярева И. А., Куликов Ю. А.]. – Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки, 2007. – Т.149, кн.4. – С. 8–22.
16. Дудка, М. Перспективи використання амаранту в кормовиробництві Північного Степу України. / Дудка М. Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи. Зб. наук. праць міжнар. наук.-прак. конф. 25–26 квітня 2016 р. – Каменець-Подільський, 2016. – С. 233–235.
17. Когут, С. Г. Оптимізація заходів посівного комплексу амаранту в умовах Південного Степу. Дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09-рослинництво / С. Г. Когут. – Одеса, 2006. – 198 с.
18. Силосуемость амаранта по фазам цветения. [Электронный ресурс] / [Шилов В. Н., Хируг С.С., Жарковский А.П., Мадьяров Н.А., Низамутдинов И.А., Кехаберидзе Л.В.]. – Режим доступа: www.decelsizorg.com 09.11.16.
19. Антал, Т. В. Накопичення сухої речовини рослинами пшениці твердої ярої. [Електронний ресурс] / Т. В. Антал, Н. В. Уляницька. Перспективные инновации в науке, образовании и транспорте 2012, секция «Агрономия, зоотехния и лесное хозяйство», 19–30 июня 2012. – Режим доступа: www.sworld.com.ua 18.01.18.