

## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ

**Б. В. Шелюто**, доктор сельскохозяйственных наук

**Е. В. Костицкая**, ведущий агроном – государственный инспектор  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

### Аннотация

Рассматривается фотосинтетическая деятельность растений по фазам развития при внесении азотных удобрений и при последствии сроков скашивания во второй год жизни растений, а также влияние фотосинтетической деятельности растений на урожайность семян. Отмечено положительное влияние повышенных доз азотных удобрений, а также проведение более ранних сроков скашивания на фотосинтетическую деятельность растений. Установлена сильная связь фотосинтетической деятельности с урожайностью семян при внесении азотных удобрений.

**Ключевые слова:** *сильфия пронзеннолистная, азотные удобрения, сроки скашивания, фазы развития, чистая продуктивность фотосинтеза, фотосинтетический потенциал, урожайность.*

### Abstract

**B. V. Sheliuta, E. V. Kastitskaya**

### PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PLANTS OF SILPHIUM PERFOLIATUM L.

The article considers the photosynthetic activity of plants by the phases of development during the application of nitrogen fertilizers and during the aftereffect of mowing periods in the second year of plant life, as well as the effect of photosynthetic activity of plants on seed yield. The positive effect of increased doses of nitrogen fertilizers, as well as the earlier mowing periods on the photosynthetic activity of plants, is noted. A strong relationship between photosynthetic activity and seed yield during the application of nitrogen fertilizers has been established.

**Keywords:** *Silphium perfoliatum L., nitrogen fertilizers, mowing time, development phases, net photosynthetic productivity, photosynthetic potential, yield productivity.*

### Введение

Сильфия пронзеннолистная – озимая многолетняя культура семейства астровых, которая в первый год жизни формирует лишь розетку из 15–20 листьев [1–3].

Многие исследователи пришли к выводу [2, 4–10], что сильфия является перспективной культурой для возделывания на кормовые цели и имеет большое хозяйственное значение. Обладая мощной корневой системой, культура является влагосберегающей и почвозащитной культурой. Установлено ее преимущество по продуктивности в 1,5–2,0 раза по сравнению с кукурузой, многолетними травами, подсолнечником и другими кормовыми культурами [1, 4, 11–13]. Урожайность зеленой массы может достигать до 1000 ц/га [14, 15]. Отмечается длительность использования зеленой массы сильфии пронзеннолистной до самых заморозков [16, 17]. Ее зеленая масса

пригодна для уборки на зеленый корм, травяную муку, силос [16]. Отличается сильфия пронзеннолистная и высокой урожайностью семян. Так, урожайность семян может достигать как 0,4 т/га [18, 19], так и 1,7 т/га [20].

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур наблюдается, если обеспечиваются следующие условия: 1) быстрое развитие и достижение оптимальной площади листьев; 2) повышение продуктивности фотосинтеза; 3) сохранение листьев в активном состоянии более длительный период времени; 4) эффективное использование продуктов фотосинтеза для усиленного роста хозяйственно-ценных органов растения и накопление в них возможно большего количества органического вещества [21]. Таким образом, фотосинтетическая деятельность растений – важный фактор урожайности, однако в литературе от-

сутствуют данные о фотосинтетической деятельности растений сильфии пронзеннолистной. Поэтому цель наших исследований – изучение

### Материалы и методы исследования

Опыты по изучению фотосинтетической деятельности сильфии пронзеннолистной заложены в мае 2015 г. на опытном участке «Тушково» Горецкого р-на. Посев проводили стратифицированными семенами по норме высева 70 тыс. раст./га. Предшественник – яровая пшеница.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком суглинке, подстилаемом мореным суглинком на глубине около 1 м, является типичной для северо-восточного региона Беларуси и пригодной для возделывания многолетних трав.

### Схемы опытов

**Опыт 1. Влияние срока скашивания, второго года жизни растений на урожайность семян.**

1. 20 августа
2. 30 августа
3. 10 сентября
4. 20 октября

В данном опыте мы изучали влияние последствий сроков скашивания зеленой массы, согласно схеме опыта, проведенных во второй год жизни культуры, на урожайность семян в последующие. Варианты опыта закладывались в 4-кратной повторности, учетная площадь каждой делянки составляла 10 м<sup>2</sup>.

**Опыт 2. Продуктивность сильфии пронзеннолистной в зависимости от уровня азотного питания.**

1. P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – (фон)
2. P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (фон) + N<sub>30</sub>
3. Фон + N<sub>60</sub>
4. Фон + N<sub>90</sub>
5. Фон + N<sub>120</sub>

Варианты опыта закладывались в 4-кратной повторности с площадью учетной делянки 25 м<sup>2</sup>. Удобрения вносили в начале вегетации растений. Азотные удобрения в дозах 90 кг/га и 120 кг/га действующего вещества вносились дроб-

фотосинтетической деятельности растений в зависимости от доз внесения азотных удобрений и сроков осеннего скашивания.

но, согласно схеме опыта, в период отрастания (30–60 кг/га) и в фазу стеблевания (30–60 кг/га). Азотные удобрения были представлены карбамидом (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, фосфорные – простым суперфосфотом (CaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O + 2CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, калийные – хлористым калием KCl.

Уборку проводили для получения семян в фазу созревания (сентябрь – октябрь) со второго года жизни растений (2016). Для опыта по последствию сроков скашивания во второй год жизни растений уборку семян проводили с третьего года жизни культуры (2017).

Расчет чистой продуктивности фотосинтеза (далее – ЧПФ) проводили по формуле [22]:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{1}{2}(L_1 + L_2) \times n},$$

где  $B_1$  и  $B_2$  – сухая биомасса растений в начале и в конце учетного периода;

$B_2 - B_1$  – прирост сухой массы за  $n$  дней, г;

$L_1$  и  $L_2$  – площади листьев в начале и в конце периода, м<sup>2</sup>;

$1/2 \cdot (L_1 + L_2)$  – средняя рабочая площадь листьев за время опыта;

$n$  – число дней в учетном периоде.

*Фотосинтетический потенциал* (ФП, м<sup>2</sup>·сут./га) рассчитывали как произведение полусуммы площади листьев за каждые два смежных определения на длительность периода между этими определениями в днях [23].

Учеты ЧПФ и ФП проводили ежегодно, начиная со второго года жизни растений сильфии пронзеннолистной (2016), за исключением опыта по срокам скашивания во второй год жизни растений; для него учеты проводились с третьего года жизни растений (2017).

Расчеты проводили по фазам стеблевания – бутонизации, бутонизации – цветения, цветения – созревания.

### Результаты исследований

По нашим исследованиям установлено, что внесение азотных удобрений способствовало увеличению ассимиляционной спо-

собности растений (табл. 1). На второй год жизни растений ЧПФ возрастала от фазы стеблевания до фазы цветения – от 4,1 (фон) до

18,4 г/м<sup>2</sup>·сут. (фон + N<sub>120</sub>). В 2017 г. ЧПФ значительно возрастает по сравнению с прошлым годом: от 14,8 г/м<sup>2</sup>·сут. в фазу стеблевания до 33,5 г/м<sup>2</sup>·сут. к фазе цветения. В 2018–2019 гг. ЧПФ от фазы стеблевания до фазы цветения составляла от 3,4 (фон) до 16,4 г/м<sup>2</sup>·сут. (фон + N<sub>120</sub>) в 2018 г. и от 3,0 (фон) до 11,1 г/м<sup>2</sup>·сут. (фон + N<sub>120</sub>) в 2019 г. По расчетным данным прослеживается значительный рост ЧПФ в 2017 г. по сравнению с 2016 г.: в три раза, а в последующие годы исследований ассимиляция листового аппарата отличается незначительно.

Фотосинтетический потенциал возрастал от фазы стеблевания до фазы бутонизации, а в период цветения – начала созревания резко снижался вне зависимости от дозы внесения азотных удобрений (табл. 2).

В период стеблевания – бутонизации в 2016 г. проводили снятие данных через каждые 10 дней; к концу фазы ФП составил от 300,0 (фон) до 349,8 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (фон + N<sub>120</sub>). Наибольшая фотосинтетическая активность наблюдается в фазу бутонизации; на конец фазы ФП составлял от 470,8 (фон) до 514,7 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (Фон + N<sub>120</sub>). К фазе созревания ФП снизился до 101,0 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га на безазотистом фоне, а при внесении повышенной дозы удобрений до 106,6 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га. В 2017 г. период стеблевания – бутонизации составил 24 дня, к его концу ФП возрастал при увеличении внесения доз азотных удобрений от 379,6 до 478,2 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га. В короткий период фазы бутонизации –

цветения ФП составил 791,4 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га для безазотистого фона и 842,4 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га при внесении максимально изученной дозы азотных удобрений (N<sub>120</sub>). К концу началу фазы созревания ФП снижался до 100,0 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га на безазотистом фоне и до 106,6 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га при внесении повышенной дозы азотных удобрений. В 2018 г. фаза стеблевания – бутонизации длилась 31 день. При снятии показателей к концу фазы стеблевания ФП составил от 332,5 (фон) до 373,4 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (фон + N<sub>120</sub>), а в фазу бутонизации уже достигал 712,6 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га при внесении повышенной дозы азотных удобрений (N<sub>120</sub>). На безазотистом фоне показатель фотосинтетической активности составил 657,1 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га. В период фазы цветения – созревания ФП снижался до 100,3 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га на безазотистом фоне, а для варианта повышенной дозы внесения азотных удобрений до 103,6 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га. В 2019-м, последнем изученном году жизни растений, в фазу стеблевания – бутонизации ФП возрастал по мере увеличения внесения доз азотных удобрений от 468,3 (фон) до 537,5 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (фон + N<sub>120</sub>), о чем свидетельствуют данные, снятые в конце фазы стеблевания. В 33-дневный период фазы бутонизации – цветения ФП в конце фазы составил от 538,1 (фон) до 590,6 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (фон + N<sub>120</sub>). К началу фазы созревания ФП значительно снизился и составлял для вариантов от 142,4 (фон) до 156,2 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га (фон + N<sub>120</sub>).

Таблица 1. Показатели чистой продуктивности фотосинтеза по фазам вегетации в зависимости от нормы внесения азотных удобрений, г/м<sup>2</sup>·сут

Вариант	Стеблевание – бутонизация				Бутонизация – цветение				Цветение – созревание				Среднее	
	Годы исследований													
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019		2016–2019
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон	4,1	14,8	3,4	3,0	7,7	23,3	7,4	5,8	15,4	28,4	8,2	6,0	10,6	
Фон + N <sub>30</sub>	4,6	16,9	4,0	3,2	8,4	25,1	10,2	7,9	16,1	29,1	11,2	8,3	12,1	
Фон + N <sub>60</sub>	5,0	17,5	4,8	3,9	8,9	28,2	12,6	8,4	16,9	30,3	14,0	9,1	13,3	
Фон + N <sub>90</sub>	5,1	19,1	5,2	4,0	9,0	28,8	13,1	9,6	17,6	32,9	16,4	10,8	14,3	
Фон + N <sub>120</sub>	5,4	20,3	5,4	4,2	9,6	29,5	13,4	10,1	18,4	33,5	17,0	11,1	14,8	

Таблица 2. Показатели фотосинтетического потенциала по фазам вегетации в зависимости от нормы внесения азотных удобрений, тыс. м<sup>2</sup> · сут./га

Вариант	Стеблевание – бутонизация				Бутонизация – цветение				Цветение – созревание			
	Годы исследований											
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон	300,0	379,6	332,5	468,3	470,8	791,4	657,1	538,1	101,0	100,0	100,3	142,4
Фон + N <sub>30</sub>	316,1	388,0	344,9	479,6	491,4	798,2	671,6	556,1	101,9	100,6	100,8	146,3
Фон + N <sub>60</sub>	332,5	402,5	364,8	500,1	512,5	815,2	696,0	569,3	102,2	101,3	101,9	146,8
Фон + N <sub>90</sub>	346,4	468,8	372,5	520,9	514,5	834,7	704,6	575,8	103,2	103,1	102,1	154,4
Фон + N <sub>120</sub>	349,8	478,2	373,4	537,5	514,7	842,4	712,6	590,6	106,6	104,9	103,6	156,2

Сроки скашивания зеленой массы растений сальфии пронзеннолистной на второй год жизни оказывали влияние на фотосинтетическую деятельность растений в последующие годы. Наименьшей ассимиляционной способностью характеризовался вариант предпоследнего срока скашивания (табл. 3). В 2017 г., как и в остальных изучаемых опытах исследований, ЧФП была наивысшей по сравнению с остальными годами: от 11,4 (10 сентября) до 16,1 г/м<sup>2</sup> · сут. (20 августа). На четвертый год жизни растений (2018) ассимиляционная деятельность растений возрастала от фазы стеблевания к фазе цветения от 11,0 (10 сентября) до 18,0 г/м<sup>2</sup> · сут. (20 августа). К пятому году жизни (2019) ассимиляционная деятельность листового аппарата снизилась ввиду погодных условий (от 3,8 до 10,2 г/м<sup>2</sup> · сут.).

ФП растений достигал своего предела в период бутонизации – цветения во все годы исследований (табл. 4). Если в фазу стеблевания наименьший показатель был в вариантах последнего и раннего сроков скашивания, то к фазам бутонизации – цветения негативный срок скашивания (10 сентября) проявлялся и в наименьшем показателе ФП. В 2017 г. период стеблевания – бутонизации длился 24 дня, к концу фазы ФП составил от 402,5 (20 октября) до 422,3 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (30 августа). Период бутонизации – цветения занял 17 дней, показатель ФП составлял от 503,8 (20 августа) до 514,8 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (20 октября). К концу периода цветения ФП снизился до 114,2 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (10 сентября), наибольший ФП наблюдался в последний срок скашивания –

125,4 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га. На четвертый год жизни растений период стеблевания – бутонизации длился 31 день, ФП измеряли трижды с промежутком 10–11 дней. К началу фазы бутонизации ФП составил для вариантов от 338,4 (30 августа) до 340,6 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (10 сентября). Предел фотосинтетической активности наблюдался в период бутонизации – цветения (25 дней). К концу периода ФП составлял от 520,8 (10 сентября) до 542,9 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (20 октября). К концу фазы цветения ФП снизился до 100,1 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га для вариантов сроков скашивания 10 сентября и 30 августа; наибольшая фотосинтетическая активность наблюдалась при последнем сроке скашивания – 106,8 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га. В 2019 г. (пятый год жизни растений) период бутонизации – цветения продолжался 29 дней; измерение ФП проводили в среднем через 14–15 дней. К концу фазы ФП составлял от 343,7 (10 сентября) до 344,4 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (20 августа и 20 октября). В период бутонизации – цветения измерения проводились дважды через 11–12 дней. К концу фазы ФП составил от 654,4 (10 сентября) до 675,6 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (20 октября). В конце фазы цветения ФП снизился до 137,9 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га (10 сентября), при других сроках скашивания ФП практически был на одном уровне: 146,4–147,5 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га.

Фотосинтетическая деятельность растений в зависимости от сроков проведения скашивания показывает отрицательное влияние на фотосинтез предпоследнего срока скашивания.

Таблица 3. Показатели чистой продуктивности фотосинтеза в зависимости от сроков проведения скашивания растений во второй год жизни растений силфий пронзеннолистной, г/м<sup>2</sup> · сут.

Вариант	Стебление – бутонизация			Бутонизация – цветение			Цветение – созревание			Среднее
	Годы исследований									
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	
20.08	16,1	6,1	4,2	22,1	17,5	10,0	26,2	18,0	10,2	14,5
30.08	14,9	5,3	4,0	21,8	17,3	9,4	24,0	17,7	9,9	13,8
10.09	11,4	4,7	3,8	19,7	11,0	7,8	21,0	15,1	8,2	11,4
20.10	13,0	5,5	4,0	21,2	14,4	9,8	23,7	11,7	10,1	12,6

Таблица 4. Показатели фотосинтетического потенциала по фазам вегетации в зависимости от сроков проведения скашивания во второй год жизни растений, тыс. м<sup>2</sup> · сут./га

Вариант	Стебление – бутонизация			Бутонизация – цветение			Цветение – созревание		
	Годы исследований								
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
20.08	414,0	338,7	344,4	503,8	536,5	666,9	117,7	100,4	146,4
30.08	422,3	338,4	344,0	514,2	535,2	674,4	120,3	100,1	147,5
10.09	406,0	340,6	343,7	504,4	520,8	654,4	114,2	100,1	137,9
20.10	402,5	338,8	344,4	514,8	542,9	675,6	125,4	106,8	147,5

Внесение азотных удобрений способствовало повышению фотосинтетической активности растений, и в соответствии с этим повышались как структурные признаки урожайности, так и сама урожайность семян. При проведе-

нии корреляционного анализа установлена сильная взаимосвязь урожайности семян с фотосинтетическими параметрами: коэффициент корреляции был не ниже 0,9 у всех фотосинтетических параметров (табл. 5).

Таблица 5. Коррелятивность фотосинтетических параметров растений при внесении азотных удобрений

№ п/п	Показатель	Варианты				
		1	2	3	4	5
1	количество корзинок	–	–	–	–	–
2	число семян в корзинке	0,96	–	–	–	–
3	масса 100 семян	0,98	0,97	–	–	–
4	урожайность семян	0,99	0,98	0,98	–	–
5	ЧПФ	0,99	0,96	0,98	0,98	–
6	ФП	0,98	0,92	0,97	0,98	0,96

При проведении корреляционного анализа на наличие взаимосвязи между фотосинтетической деятельностью растений и урожайностью семян в опыте по изучению последствий сроков скашивания во второй год

жизни растений (табл. 6) установлена сильная связь ( $r = 0,91-0,99$ ) урожайности семян с ее составляющими (количество корзинок, число семян в корзинке и массы 1000 семян).

Таблица 6. Коррелятивность фотосинтетических параметров при последствии сроков скашивания во второй год жизни растений

№ п/п	Показатель	Варианты				
		1	2	3	4	5
1	количество корзинок	–	–	–	–	–
2	число семян в корзинке	–0,10	–	–	–	–
3	масса 100 семян	0,92	0,10	–	–	–
4	урожайность семян	0,91	0,95	0,99	–	–
5	ЧПФ	0,99	–0,16	0,94	0,92	–
6	ФП	0,12	0,95	0,38	0,43	0,08

### Выводы

1. Азотные удобрения оказывали положительное влияние на работу фотосинтетического аппарата.

Фотосинтетическая деятельность оказалась выше при внесении повышенной дозы удобрений – N<sub>120</sub> (ЧПФ в среднем 14,8 г/м<sup>2</sup> · сут. и ФП не менее 349,8 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га в период стеблевания – бутонизации и не менее 103,6 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га к началу фазы созревания).

2. Установлено отрицательное влияние на фотосинтез предпоследнего срока скашивания растений – 10 сентября, причем начиная с фазы бутонизации в период активного роста растений. В среднем за 2017–2019 гг. ЧПФ состави-

ла для варианта в среднем – 10,9 г/м<sup>2</sup> · сут., ФП не более 654,4 тыс. м<sup>2</sup> · сут./га в активный период бутонизации – цветения.

3. Внесение азотных удобрений оказало значительное влияние на все фотосинтетические параметры; связь была сильной, не ниже 0,9. Последствие сроков скашивания во второй год жизни растений сильфии пронзеннолистной на урожайность семян способствовало формированию сильной связи ЧПФ с количеством корзинок, массой 1000 и урожайностью семян ( $r = 0,92–0,99$ ), а ФП, в свою очередь, сформировал сильную связь с числом семян в корзинке ( $r = 0,95$ ).

### Библиографический список

1. Ткаченко, Ф. М. Силосные культуры / Ф. М. Ткаченко, А. П. Синицына. – М. : Колос, 1974. – 287 с.
2. Медведев, П. Ф. Малораспространенные кормовые культуры / П. Ф. Медведев. – Л. : Колос, 1970. – 160 с.
3. Мадебейкин, И. Н. Сильфия пронзеннолистная / И. Н. Мадебейкин, И. И. Мадебейкин // Пчеловодство. – 2016. – № 2. – С. 27.
4. Абрамов, А. А. Сильфия пронзеннолистная в кормопроизводстве: АН Украины. Центральный ботанический сад имени Н. Н. Гришко / А. А. Абрамов. – Киев : Наук. думка, 1992. – 155 с.
5. Асемкулова, Г. Б. Влияние приемов возделывания на урожайность нетрадиционных кормовых культур в условиях юго-востока Казахстана / Г. Б. Асемкулова // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 37–39.
6. Гладкова, Л. И. Использование новых видов растений в кормопроизводстве / Л. И. Гладкова. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1987. – 47 с.
7. Головатенко, М. И. Испытание кормовых растений, перспективных для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / М. И. Головатенко // Технология и экономика овцеводства : сб. науч. тр. / ВНИИОК. – Ставрополь, 1994. – С. 103–125.
8. Данилов, К. П. Сильфия пронзеннолистная / К. П. Данилов // Кормопроизводство. – 1992. – № 4. – С. 19–20.

9. Косторной, В. Ф. Дополнительные резервы / В. Ф. Косторной // Кормовые культуры. – 1989. – № 2. – С. 31–34.
10. Утеуш, Ю. А. Новые перспективные кормовые культуры / Ю. А. Утеуш. – Киев : Наук. думка, 1991. – 192 с.
11. Вавилов, П. П. Новые кормовые культуры / П. П. Вавилов, А. А. Кондратьев. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 351 с.
12. Маргиева, Ф. Т. Результаты интродукции сальфии пронзеннолистной как кормовой культуры в Северную Осетию : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.32 / Ф. Т. Маргиева; ФГОУ ВПО ГГАУ. – Владикавказ, 2006. – 12 с.
13. Малораспространенные силосные культуры / К. А. Моисеев [и др.]. – Л. : Колос, 1979. – 328 с.
14. Садовникова, Е. Ф. Влияние условий внешней среды на технологию искусственного выведения пчелиных маток в условиях КСУП «Брестский пчелопитомник» / Е. Ф. Садовникова, М. А. Пастухова // Уч. зап. УО «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 318–322.
15. Цугкиева, В. Б. Научное обоснование и практическое использование методов интенсификации кормопроизводства и повышения качества производимых кормов в условиях РСО-Алания : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.02 / В. Б. Цугкиева; Гор. гос. аграр. ун-т. – Владикавказ, 2008. – 40 с.
16. Емелин, В. А. Сальфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В. А. Емелин. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 36 с.
17. Шкодина, Е. П. Сравнительная оценка качества зеленой массы традиционных и новых кормовых культур Новгородской области / Е. П. Шкодина // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Вологда, 28 февр. 2019 г. / ФГБУН ВолНЦ ; редкол.: К. А. Задумкин [и др.]. – Вологда, 2019. – С. 307–312.
18. Идельбаев, Р. Р. Использование сальфии пронзеннолистной в качестве предшественника и сидерата для зерновых культур / Р. Р. Идельбаев, Н. П. Терещенко, В. В. Христин // Молодой ученый. – 2015. – № 3. – С. 369–371.
19. Чупина, М. П. Урожайность и качество семян сальфии пронзеннолистной при разных сроках посадки рассады / М. П. Чупина // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 38–41.
20. Тодорова, Л. В. Сальфия пронзеннолистная – перспективная кормовая культура на юге Украины / Л. В. Тодорова // Вісн. аграр. науки. – 2000. – Спецвипуск. – С. 87.
21. Мыхлык, А. И. Оценка фотосинтетической деятельности сортов овса посевного в зависимости от уровня азотного питания / А. И. Мыхлык, Н. А. Дуктова // Вестн. Беларус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3. – С. 130–137.
22. Физиология и биохимия растений: метод. указания / Беларус. гос. с.-х. акад.; сост.: Н. П. Решецкий [и др.]. – Горки, 2000. – 144 с.
23. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / редкол.: Н. Н. Третьяков [и др.]. – 2-е изд. – М. : Колос, 2005. – 654 с.

Поступила 14 апреля 2021 г.