

НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЯМИ ГРЕЧИХИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МАКРОУДОБРЕНИЙ, ЭПИНА, БОРА И БИОПРЕПАРАТОВ

И. В. ПОЛХОВСКАЯ, А. Р. ЦЫГАНОВ

УО «Белорусская государственная орденов сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 17.03.2017)

В статье приведены результаты исследования влияния внесения различных доз минеральных макроудобрений, применения микроэлемента бора, росторегулятора эпина и бактериальных препаратов ризобактерина и фитостимифоса при возделывании гречихи сорта Лакнея на накопление сухой массы и основных элементов питания растениями в динамике по фазам роста и развития. Использование смеси эпина и бора для обработки семян гречихи позволяет увеличить сухую массу растений гречихи в фазу побурения и плодообразования на 8–11 %. При совместном внесении $N^{45}P^{60}K^{90}$ и использовании эпина и бора для обработки семян сухая масса растений гречихи возрастает на 47 % в фазу всходы, на 77–80 % в фазы 1-й настоящий лист и бутонизация, на 111 % в фазу цветения и на 121 % в период формирования и налива плодов. Обработка посевов на фоне $N^{45}P^{60}K^{90}$ смесью эпина и бора повышает накопление сухого вещества растениями на 109 % в фазу цветения и на 121 % в фазы плодообразования и побурения плодов. Применение ризобактерина и фитостимифоса совместно с макроудобрениями способствует росту сухой массы растений гречихи на 7–14 %, при раздельном использовании и на 12–20 % при использовании смеси препаратов. Накопление сухого вещества растениями при внесении $N^{30}P^{30}K^{90}$ и предпосевной обработке семян ризобактерином и фитостимифосом возрастает в фазу всходы на 40%, 1-й настоящий лист — на 66%, бутонизации — на 72 % и на 109–116 % в последующие периоды роста и развития гречихи. Максимальное накопление азота 178 кг/га отмечено в фазу побурение плодов при использовании смеси эпина и бора для обработки семян и посевов при внесении $N^{30}P^{30}K^{90}$ фосфора — 79 кг/га при обработке семян ризобактерином и фитостимифосом с внесением $N^{30}P^{30}K^{90}$.

Ключевые слова: гречиха, удобрения, эпин, бор, ризобактерин, фитостимифос, сухая масса растений, накопление азота, фосфора, калия

The article reports results of research into the influence of applying various doses of mineral macro-fertilizers, the use of the microelement of boron, the growth regulator of epin and the bacterial preparations of rhizobacterin and phytostimophos in the cultivation of buckwheat of the Lakneia variety on the accumulation of dry matter and basic nutrients by plants in dynamics according to the phases of growth and development. Using a mixture of epin and boron to treat buckwheat seeds allows increasing the dry weight of buckwheat plants in the phase of browning and fruit formation by 8–11%. With combined application of $N^{45}P^{60}K^{90}$ and using epin and boron for seed treatment, the dry weight of buckwheat plants increases by 47% in the phase of germination, by 77–80% in the phase of the 1st real leaf and budding, by 111% during the flowering phase and by 121% during the formation and filling offruits. Treatment of crops on the background of $N^{45}P^{60}K^{90}$ with a mixture of epin and boron increases the accumulation of dry matter by plants by 109% in the phase of flowering and 121% in the phases of fruit formation and browning. The use of rhizobacterin and phytostimophos together with macro-fertilizers promotes the growth of dry weight of buckwheat plants by 7–14% with separate use and by 12–20% when using a mixture of preparations. The accumulation of dry matter by plants with the introduction of $N^{30}P^{30}K^{90}$ and pre-sowing treatment of seeds with rhizobacterin and phytostimophos increases by 40% in the phase of germination, by 66% in the phase of the first real leaf, by 72% in the phase of budding and 109–116% in the subsequent periods of growth and development of buckwheat. The maximum accumulation of nitrogen of 178 kg/ha is noted in the phase of fruit browning with the use of a mixture of epin and boron for the treatment of seeds and crops with application of $N^{30}P^{30}K^{90}$ of phosphorus — 79 kg / ha when treating the seeds with rhizobacterin and phytostimophos with application of $N^{30}P^{30}K^{90}$.

Key words: buckwheat, fertilizers, epin, boron, rhizobacterin, phytostimophos, dry weight of plants, accumulation of nitrogen, phosphorus, potassium.

Введение

Накопление растениями сухого вещества является конечным результатом их взаимодействия с факторами внешней среды и позволяет судить об условиях роста и развития, а также отзывчивости возделываемых растений на различные агротехнические приемы. Оптимизация системы питания растений как за счет внесения минеральных удобрений и росторегуляторов [1,2], так и за счет использования микро- и бактериальных удобрений [3] оказывает положительное влияние на увеличение накопления сухой биомассы растений.

Между урожайностью биомассы гречихи и урожайностью зерна установлена положительная корреляция [4]. Показатель сухой массы растений является суммирующей величиной, характеризующей условия питания, роста и развития посевов в течение периода вегетации и в дальнейшем напрямую влияет на показатель накопления основных элементов питания. Вынос элементов питания растениями зависит от их химического состава и накопления биомассы, на которые влияют тип почвы, дозы вносимых удобрений, метеорологические условия вегетации и другие факторы [5]. Контроль за динамикой потребления и накопления элементов питания растениями по фазам роста и развития очень важен для поддержания баланса содержания питательных веществ в почве. Это позволит не только сохранять и поддерживать почвенное плодородие, но и получать высокие и стабильные урожаи за счет создания наиболее благоприятных условий для роста и развития растений путем оптимизации условий их питания, особенно в критические периоды роста и развития [6,7].

Основным компонентом в соотношении усвоенных элементов питания для гречихи на протяжении всей вегетации остается калий, второе место занимает азот, третье фосфор. Но соотношение питательных элементов во время роста гречихи подвержено большим колебаниям в зависимости от фазы роста и наличия удобрений [8]. Поэтому внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений в необходимых соотношениях позволяет создать оптимальные условия для роста и развития растений гречихи в течение всего периода вегетации.

В настоящее время имеются противоречивые данные по влиянию эпина и микроэлементов на изменение динамики содержания и накопления макроэлементов в растениях [9, 10]. Исследованиями отмечено положительное влияние применения биопрепаратов на поступление и усвоение азота и фосфора растениями как на неудобренных уровнях питания, так и совместно с внесением удобрений [11]. Поэтому немаловажным является изучение возможности оптимизации поступления элементов питания в растения гречихи в течение всего периода вегетации за счет применения минеральных удобрений, регулятора роста, микроэлементов и бактериальных препаратов на гречихе.

Основная часть

Исследования по изучению влияния применения различных доз макроэлементов, бора, регулятора роста эпин и бактериальных препаратов ризобактерин и фитостимифос в посевах гречихи сорта Лакнея проводились в 2012-2014 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Условия и методика проведения исследований изложены в ранее опубликованных работах [12,13,14].

Сухая масса растений гречихи со времени появления всходов и до уборки урожая непрерывно нарастала (табл. 1). Критическим периодом накопления биомассы являются фазы бутонизации и цветения, когда происходит интенсивное наращивание вегетативной массы растений и формирование генеративных органов, в результате чего сухая масса растений увеличивается в 4-5 раз. Наиболее интенсивное увеличение массы сухого вещества по фазам при применении удобрений наблюдалось в варианте с внесением повышенной дозы азотных удобрений **NeoPeoK^o**- На данном уровне минерального питания сухая масса растений гречихи превышала контрольный показатель в фазу всходы на 33 %, в фазу 1-й настоящий лист - на 79 %, фазу бутонизации - на 72 %, в фазу цветения - на 113 %, плодообразования - на 124 %, побурения плодов - на 121 %.

Таблица 1. Динамика накопления сухого вещества растениями гречихи сорта Лакнея по фазам роста и развития в среднем за 20Т2-20Т4гг.

Вариант	Масса 100 сухих растений, г					
	всходы	1-й настоящий лист	бутонизация	цветение	плодообразование	побурение плодов
1. Контроль	3,06	7,18	52,76	225,49	272,42	324,70
	3,64	9,16	62,65	327,59	385,49	457,90
3. N30K90	3,52	10,25	69,05	363,32	414,60	478,72
4. N ³⁰ P ⁶⁰ K ⁹⁰	3,98	11,01	80,43	414,19	494,38	573,77
5. N45P60K90 - фон	4,19	11,69	89,07	451,36	555,01	644,97
6. ИзоPзоКод	3,69	10,63	78,23	412,32	488,35	569,89
7. NeoPeoK ^{so}	4,08	12,86	90,51	480,32	610,70	716,98
8.N45P60K90 + эпин (инкрустация семян)	4,50	12,80	92,80	470,06	585,44	678,11
9. N45P60K90+ В (инкрустация семян)	4,09	12,00	87,13	459,38	587,60	684,27
10. IS^P^K^o + эпин +В (инкрустация семян)	4,48	12,93	93,29	475,20	600,56	716,32
11. N45P60K90 + эпин (обработка посевов)	4,00	11,74	86,65	467,00	584,57	678,23
12. N45P60K90 + В (обработка посевов)	4,03	11,50	89,68	460,08	577,06	684,93
13. ^P^o^Kзд + эпин + В (обработка посевов)	4,04	11,65	88,55	471,19	602,91	718,80
14. Контроль + ризобактерин	3,38	8,24	66,53	287,68	375,26	444,11
15. Контроль + фитостимифос	3,45	8,57	59,39	293,11	366,61	438,11
16. Контроль + ризобактерин + фитостимифос	3,70	9,65	71,24	310,53	428,46	491,62
17. P^o^Kзд + ризобактерин	3,89	10,13	73,05	372,55	466,39	557,79
18. N30X90 + фитостимифос	4,03	10,33	79,07	414,64	506,20	607,89
19. N30P30K90 + ризобактерин	4,13	11,39	84,18	442,25	558,91	652,85
20. N30P30K90 + фитостимифос	4,15	11,56	85,26	451,27	548,28	642,09
21. N30P30K90 + ризобактерин + фитостимифос	4,30	11,93	90,94	470,47	586,94	693,51
НСР ⁰⁵	0,22	0,39	2,77	15,11	13,72	19,57

При одинаковом уровне калийного питания внесение азотных удобрений оказывало большее влияние на накопление сухого вещества по сравнению с фосфором. Начиная с фазы 1-го настоящего листа, масса 100 сухих растений гречихи на уровне питания **N30K90** в среднем на 5-12 % была выше, чем на уровне **Ni4P60K90**.

Использование эпина для предпосевной обработки семян способствует повышению накопления сухой биомассы растений по отношению к фону **№45P60K90** на 4–11 % в течение всего вегетационного периода. Обработка вегетирующих растений эпином в фазу бутонизации-начало ветвления увеличивает накопление сухого вещества в последующие фазы роста на 3-5 %. Влияние обработки семян и посевов гречихи бором проявляется с фазы плодообразования во время интенсивного формирования и налива зерна, в результате накопление сухой массы растений возрастает на 4–6 %.

При использовании смеси эпина и бора для обработки семян и посевов на фоновом уровне питания проявляется суммирующий эффект действия росторегулятора и микроэлемента на усиление накопления сухой биомассы растений гречихи. В данных вариантах прибавка сухой массы 100 растений в фазу побурения и плодообразования составляет от 8 % до 11 % по отношению к фону.

Инокуляция семян гречихи ризобактерином и фитостимифосом способствовала увеличению сухой биомассы растений, начиная с первых фаз роста и развития. Причем наиболее выражено влияние обработки семян гречихи бактериальными препаратами отдельно и в смеси на накопление сухого вещества растениями проявилось на неудобренном варианте. При внесении минеральных удобрений бактериальные удобрения позволяли в большей мере сбалансировать питание растений и поспособствовали увеличению интенсивности накопления сухой биомассы. Так, применение ризобактерина и фитостимифоса позволяет получить сухую массу 100 растений выше на 7-14 %, чем на уровне минерального питания **№30P30K90** при раздельном использовании и на 12-20 % при совместном использовании. Сухая масса 100 растений при использовании бактериальных удобрений на пониженном уровне минерального питания и не только достигает показателей фонового уровня минерального питания, а при совместном применении и превышает их на 6-8 % в фазы плодообразования и побурения плодов.

Как при использовании эпина с бором, так и биопрепаратов наиболее эффективным для увеличения интенсивности накопления сухого вещества растений является использование смеси эпина и бора, ризобактерина и фитостимифоса. При использовании смеси эпина и бора при внесении минеральных элементов величина сухой массы 100 растений увеличивается на 9-11 % по отношению к фону, смеси бактериальных препаратов на 12-20 %. Таким образом, использование ризобактерина и фитостимифоса на гречихе способствует более интенсивному увеличению массы сухого вещества, чем эпина и бора.

В течение вегетации в растениях гречихи в большей мере происходит накопление калия, затем азота и фосфора (табл. 2). Максимальное потребление калия за вегетацию в среднем за 3 года колебалось от 133,2 до 467,9 кг/га, азота - от 38,7 до 178,3 кг/га и фосфора - от 19,9 до 84,1 кг/га. Накопление растениями гречихи основных элементов питания в большей мере зависит от внесения азотных удобрений, чем фосфорных, что особенно выражено в критический момент роста - фазу цветения, - когда идет интенсивное наращивание биомассы и формирование генеративных органов. Потребление веществ в данный период составляет в среднем 90-95 % для всех элементов.

Внесение всех трех макроэлементов увеличивало накопление питательных веществ в 2-3, а в конце вегетации и в 4-5 раз относительно контроля. Максимальное накопление азота, фосфора и калия наблюдается в варианте с повышенными дозами внесения азотных удобрений в фазу плодообразования и составляет 160,2 кг/га N, 68,3 кг/га P₂₀₅ и 422,8 кг/га K₂₀.

Обработка семян эпином оказывает положительное влияние на накопление элементов питания растениями гречихи в течение всей вегетации, позволяя повысить потребление азота на 13,9-21,6 %, фосфора - на 8,9-21,1 %, калия - на 11,6-17,8 % по отношению к фону **№45P60K90**. Действие росторегулятора особенно заметно проявляется в начальные периоды роста и развития растений и постепенно ослабевает к концу вегетации. При обработке эпином вегетирующих посевов в фазу ветвление-начало бутонизации потребление азота, начиная с фазы цветения, возрастает на 10,3-15,7 %, фосфора - на 2,3-6,7 % и калия - на 6,4-10,0 %.

При инкрустации семян гречихи бором накопление растениями азота и фосфора наиболее значительно увеличивается по отношению к фону **№45P60K90** в период налива и побурения зерна до 13,3 % и 18,0 %. В остальной период вегетации накопление азота растениями превышает фоновые показатели на 5,2-11,3 %, фосфора - на 4,8-11,3 %, калия - на 2,5-7,7 %. При использовании бора для обработки посевов накопление элементов питания происходит менее интенсивно, чем при обработке семян и достигает максимального увеличения к фону по азоту на 25,0 % и фосфору на 16,2 % в фазу побурения плодов, по калию на 21,5 % в фазу плодообразования.

Использование смеси эпина и бора для инкрустации семян повышает накопление азота растениями на 18,2-27,1 %, фосфора - на 15,2-25,7 % и калия - на 14,3-22,2 %. Обработка посевов смесью препаратов ведет к увеличению потребления азота на 18,7-25,0 %, фосфора - на 13,0-16,2 %, калия - на 11,6-21,5 %, начиная с фазы цветения.

Таблица 2. Динамика накопления NFK растениями гречихи по фазам роста и развития при применении макроэлементов, эпина, бора и биопрепаратов в среднем за 2012–2014 гг.

Вариант	Накопление элементов питания, кг/га														
	I			бутонизация			цветение			плодообразование			побурение плодов		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	3,5	13	7,0	163	6Д	545	34,2	19,6	123,4	33,7	19,4	133,2	38,7	192	121,0
2. N ^{eo} K ₉₀	5,0	2,0	10,1	21,9	82	753	583	34,6	216,0	55,1	363	2273	62,7	38,7	215,7
3. НэоКя,	53	2,0	11,5	26,7	9,0	85,2	713	343	2545	72,0	332	249,0	76,4	38,6	227,7
4. N [^] PmK ₉₀	73	2,3	133	35,9	13 [^]	108,1	94,6	512	3103	100,4	55,4	3263	109,0	55,1	311,2
5. N45P60K90-^H	83	3,3	16,0	453	17,1	1263	1185	60,6	362,0	127,1	66,0	385,1	142,6	663	380,1
	73	2,7	133	342	13,5	1065	99,0	482	3142	103,6	515	3315	106,2	522	315,2
^•NeoP ₆₀ K ₉₀	9,6	3,4	16,4	46,0	15,6	1202	1313	562	363,6	145,1	683	4223	160,2	66,7	397,4
RNeP ₆₀ K ₉₀ + эпин (инкрустация семян)	10,7	4,0	183	535	193	144,2	143,0	68,6	4063	144,7	75,7	4493	163,6	72,1	4243
9. N45P60K90+В (инкрустация семян)	9,7	3,6	17,2	48,1	172	1295	1312	662	386,0	1402	735	437,2	1615	78,2	4042
10. N45P60K90 + эпин +В (инкрустация семян)	11,1	4,1	195	54,1	193	146,7	1473	693	414,0	1615	783	4582	1783	83,1	4542
И. эпин (обработка посевов)	9,0	3,4	163	44,6	16,5	1273	1303	643	3892	147,0	705	4235	160,4	673	4045
12. N45P60K90 + В (обработка посевов)	8,6	3Д	15,7	45,5	16,6	1292	1253	622	3743	139,0	69,4	4202	1553	703	395,0
13. + эпин+В (обработка посевов)	93	3,4	163	47,4	17,1	136Д	140,7	69,0	404,1	1583	74,6	4672	178,2	77,0	442,1
14. Контроль + ризобактерин	5,0	1,7	9,2	26,7	Я5	79,6	563	29,7	179,1	63,4	31,1	2113	703	322	1952
15. Контроль + фитостимифос	5,1	2,0	93	223	9,7	723	54,7	333	191,0	583	36,1	2093	635	385	1983
16. Контроль + ризобактерин+ фитостимифос	6Д	У >	11,5	30,9	Д2	893	69,0	37,6	2105	795	443	2575	89,2	45,4	230,7
17. + ризобактерин	63	2,6	13,2	325	Д9	1003	86,4	46,7	287,0	89,6	51,1	320,1	107,2	55,6	322,1
18. N30^+фитостимифос	62	2,3	13,6	375	143	ПОД	963	513	321,7	104,1	573	347,4	119,6	58,7	351,0
19. N30P30K90+ ризобактерин	8,7	3Д	153	43,2	16,2	1233	117,7	60,7	355,7	1333	65,0	411,1	1405	672	388,7
20. N30P30K90+ фитостимифос	8,6	33	16,2	44,0	163	1252	117,6	645	3655	128,1	685	4103	139,7	73,2	391,6
21. N30P30K90+ ризобактерин+ фитостимифос	93	3,7	173	51,2	19,7	1413	1362	71,6	4053	1502	783	459,0	1673	84,1	4403

Инокуляция семян биопрепаратами в сочетании с различными уровнями минерального питания способствует увеличению накопления питательных веществ растениями гречихи в течение всего периода вегетации. Наиболее выраженный рост потребления элементов наблюдается при использовании препаратов в вариантах с отсутствием внесения минеральных удобрений. При совместном использовании ризобактерина и фитостимифоса накопление элементов питания возрастает в 1,5-2 раза по сравнению с раздельным применением бактериальных удобрений.

При раздельной инокуляции семян гречихи ризобактерином и фитостимифосом на пониженном уровне минерального питания N30P30K90 потребление азота в первой половине вегетации (1-й настоящий лист-цветение) увеличивается на 18,8-25,9 %, фосфора - на 20,5-31,9 %, калия - на 13,2-18,2 %, во второй половине вегетации (плодообразование-побурение плодов) - на 23,6-32,3 %, 26,2—40,4 % и 23,3-24,3 % соответственно. При использовании смеси препаратов накопление азота увеличивается на 35,0-58,0 %, фосфора - на 38,8-61,3 %, калия - на 28,8-39,7 % в течение вегетационного периода по отношению к уровню минерального питания.

При сравнении действия бора и эпина с действием биопрепаратов необходимо отметить, что при обработке семян росторегулятором и микроэлементом более интенсивное накопление питательных веществ происходит в начале вегетации, при обработке бактериальными препаратами - в конце вегетационного периода. Рост накопления N, P₂O₅ и K₂O растениями гречихи по фазам вегетации под

действием бактериальных препаратов вызван увеличением содержания элементов питания в растениях и их сухой биомассы, эпина и бора - преимущественно увеличением сухой массы растений гречихи. Также необходимо отметить, что при использовании ризобактерина и фитостимифоса совместно с минеральными удобрениями интенсивность роста накопления питательных элементов растениями снижается по сравнению с использованием биопрепаратов на контроле без внесения удобрений.

Заключение

Использование смеси эпина и бора для обработки семян гречихи позволяет сохранить и усилить действие каждого из препаратов, в результате чего сухая масса растений в фазу побурения и плодообразования увеличивается на 8-11 %. При совместном внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ и использовании эпина и бора для обработки семян сухая масса растений гречихи возрастает на 47 % в фазу всходы, на 77-80 % в фазы 1-й настоящий лист и бутонизация, на 111 % в фазу цветение и на 121 % в период формирования и налива плодов. Обработка посевов на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$ смесью эпина и бора повышает накопление сухого вещества растениями на 109 % в фазу цветения и на 121 % в фазы плодообразования и побурения плодов.

Инокуляция семян биопрепаратами на пониженном уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ увеличивает накопление сухого вещества в течение всех фаз вегетации, усиливая свое действие в смеси, в результате чего сухая масса растений не только достигает показателей среднего уровня минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$, но и превышает их на 6-8 % в фазы плодообразования и побурения плодов при совместном использовании ризобактерина и фитостимифоса. Применение ризобактерина и фитостимифоса совместно с макроудобрениями способствует росту сухой массы растений гречихи на 7-14 %, при раздельном использовании и на 12-20 % при использовании смеси препаратов. Накопление сухого вещества растениями при внесении $N_{30}P_{30}K_{90}$ и предпосевной обработке семян ризобактерином и фитостимифосом возрастает в фазу всходы на 40 %, 1-й настоящий лист - на 66 %, бутонизации - на 72 % и на 109-116 % в последующие периоды роста и развития гречихи.

Увеличение сухой массы растений гречихи и содержания макроэлементов под действием минеральных удобрений, эпина, бора, ризобактерина и фитостимифоса ведет к повышению накопления основных элементов питания. Максимальное накопление азота 178 кг/га отмечено в фазу побурения плодов при использовании смеси эпина и бора для обработки семян и посевов при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$, фосфора - 79 кг/га при обработке семян ризобактерином и фитостимифосом с внесением $N_{30}P_{30}K_{90}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурбан, К. А. Влияние минеральных удобрений, новых видов компостов и регуляторов роста на урожайность и качество ячменя / К. А. Гурбан // Резервы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: сб. науч. тр. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. Р. Цыганов [и др.] - Горки, 2000 - С. 25-29.
2. Вильдфлуш, И. Р. Влияние комплексного применения удобрений и регуляторов роста растений на производственные процессы, урожайность и качество яровой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура // Вести. Беларус. гос. с.-х. акад. - 2011. - № 1. - С. 47-51.
3. Мишура, О. И. Эффективность применения микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста при возделывании гороха и овса на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. И. Мишура; Ин-т почвоведения и агрохимии. — Минск, 2007. — 22с.
4. Наумова, Г. Е. О связи некоторых показателей процесса формирования урожая с продуктивностью сортов гречихи / Г. Е. Наумова // Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи: сб. науч. ст. / Всесоюз. Акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; редкол.: Б. А. Неунылов [и др.]. - М.: Колос, 1976. - С. 138-141.
5. Степуро, М. Ф. Сезонная динамика потребления и вынос основных элементов питания белокочанной капустой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М. Ф. Степуро // Природопользование: сб. науч. тр., посвящ. 80-летию Ин-та природопользования НАН Беларуси / Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А. К. Карabanов. - Минск: Науч. учреждение «Ин-т природопользования Нац. акад. наук Беларуси», 2012. - Вып. 22. - С. 247-251.
6. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. — М., 1990. — 235 с.
7. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. — Минск, 2005. — 213 с.
8. Буркин, И. А. Влияние почвенных условий и времени посева на рост и усвоение питательных веществ растениями гречихи и на ее потребность в элементах питания / И. А. Буркин, З. И. Журбицкий, Т. В. Перетина // Агрохимия. — 1974. — №4. - С. 53-63.
9. Ходянков, А. А. Влияние минеральных удобрений и брассиностероидов на продуктивность льна масличного и вынос элементов питания / А. А. Ходянков, И. Ю. Гаврюшин // Почвоведение и агрохимия. - 2013. - № 1(50). - С. 198-208.
10. Блохина, Е. А. Продуктивность гибридов сорго в зависимости от сроков посева и условий питания в северо-восточном регионе Беларуси: автореф. дис.... канд. с.-х наук: 06.01.09/Е. А. Блохина; Беларус. гос. с.-х. акад.-Горки, 2016. - 23 с.
11. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество многолетних трав [Электронный ресурс] / Н. С. Апетов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — №8. — Режим доступа: <http://cyberlmka.ru/article/n/vliyame-bto> - Дата доступа: 28.11.2016.
12. Цыганов, А. Р. Агрономическая и экономическая эффективность применения макроудобрений, эпина и бора в посевах гречихи сорта Лакнея / А. Р. Цыганов, И. В. Полховская // Вести. Беларус. гос. с.-х. акад. - 2016. - №2. - С. 51-54.
13. Цыганов, А. Р. Агрономическая и экономическая эффективность применения бактериальных препаратов при возделывании гречихи сорта Лакнея / А. Р. Цыганов, И. В. Полховская // Вести. Беларус. гос. с.-х. акад. - 2016. - №3. - С. 91-95.
14. Полховская И. В. Влияние применения макроудобрений, бора, эпина и биопрепаратов на показатели качества зерна гречихи сорта Лакнея / И. В. Полховская, А. Р. Цыганов // Вести. Беларус. гос. с.-х. акад. - 2017. - № 1. - С. 43-47.