

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕЛЕННЫХ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

М. П. АКУЛИЧ, В. Н. БОСАК

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by

(Поступила в редакцию 08.02.2021)

Пряно-ароматические и зеленные культуры относятся к важнейшим пищевым, техническим и лекарственным растениям в Республике Беларусь. Зеленая масса, семена и эфирные масла зеленных и пряно-ароматических культур применяются в кулинарии, пищевой, консервной, ликеро-водочной и мыловаренной промышленности, в парфюмерии и косметологии, в традиционной и народной медицине.

Усовершенствование приемов возделывания зеленных и пряно-ароматических культур, в том числе применения минеральных удобрений, относится к важным элементам их агротехники, которые обеспечивают получение высоких и устойчивых урожаев товарной продукции с благоприятным ее качеством.

В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучены экономическая эффективность и влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский, кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.) сорта Летний бриз, салата листового (*Lactuca sativa* L.) сорта Американский коричневый и петрушки (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) сорта Курчавая.

В результате исследований установлено, что применение полного минерального удобрения увеличило урожайность зеленой массы укропа пахучего на 0,13–0,37 кг/м², кориандра посевного – на 0,28–0,59, салата листового – на 0,36–0,88, петрушки – на 0,17–0,47 кг/м² при общей урожайности зеленой массы в удобренных вариантах соответственно 0,88–1,46 (укроп), 1,19–1,50 (кориандр), 2,45–2,97 (салат), 1,56–1,86 (петрушка) кг/м². Применение минеральных удобрений в посевах изучаемых зеленных и пряно-ароматических культур обеспечило также получение чистого дохода 0,31–2,72 руб./м².

Содержание нитратов товарной продукции (зеленая масса в фазу технологической спелости) в пределах ПДК при возделывании исследуемых зеленных и пряно-ароматических культур получено в вариантах с разовым внесением не более N₆₀ или дробном внесении N₆₀₊₃₀ на фоне применения фосфорных и калийных удобрений (P₅₀K₈₀).

Ключевые слова: минеральные удобрения, зеленая масса, урожайность, качество, нитраты, укроп пахучий, кориандр посевной, салат листовой, петрушка.

Spicy-aromatic and leaf crops are among the most important food, technical and medicinal plants in the Republic of Belarus. Green mass, seeds and essential oils of leaf and spicy-aromatic crops are used in cooking, food, canning, alcoholic beverage and soap-making industries, in perfumery and cosmetology, in traditional and folk medicine.

Improvement of the methods of cultivation of leaf and spicy-aromatic crops, including the use of mineral fertilizers, is one of the important elements of their agricultural technology, which ensure high and stable yields of marketable products with favorable quality.

*In Belarusian State Agricultural Academy, we have examined the economic efficiency and influence of mineral fertilizers on the yield and quality of green mass of fragrant dill (*Anethum graveolens* L.) of Gribovskii variety, seed coriander (*Coriandrum sativum* L.) of Summer breeze variety, leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) of American brown variety, and parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) of Kurchavaia variety.*

As a result of the research, it was found that the use of complete mineral fertilizers increased the yield of green mass of fragrant dill by 0.13–0.37 kg / m², seed coriander – by 0.28–0.59, leaf lettuce – by 0.36–0.88, parsley – by 0.17–0.47 kg / m² with a total yield of green mass in fertilized variants, respectively, 0.88–1.46 (dill), 1.19–1.50 (coriander), 2.45–2.97 (lettuce), 1.56–1.86 (parsley) kg / m². The use of mineral fertilizers in the crops of the studied leaf and spicy-aromatic crops also provided a net income of 0.31–2.72 rubles / m².

The content of nitrates in commercial products (green mass in the phase of technological ripeness) within the maximum permissible concentration during the cultivation of the studied leaf and spicy-aromatic crops was obtained in variants with a single application of no more than N₆₀ or fractional application of N₆₀₊₃₀ against the background of the use of phosphorus and potassium fertilizers (P₅₀K₈₀).

Key words: mineral fertilizers, green mass, yield, quality, nitrates, fragrant dill, seed coriander, leaf lettuce, parsley.

Введение

Пряно-ароматические и зеленные культуры относятся к важнейшим пищевым, техническим и лекарственным растениям в Республике Беларусь. Однако в настоящее время обеспеченность населения Республики Беларусь зелеными и пряными овощами составляет всего 30–34 % от рекомендованной нормы (20,4 кг в год на одного человека) [1–4].

Усовершенствование приемов возделывания зеленных и пряно-ароматических культур, в том числе разработка приемов применения удобрений, относится к важнейшим элементам их агротехники, обеспечивающим получение высоких и устойчивых урожаев с благоприятным качеством товарной продукции [5–18].

Укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.), кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.), салат листовой (*Lactuca sativa* L.) и петрушка (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) принадлежат к традиционным зеленым и пряно-ароматическим культурам в Республике Беларусь.

Зеленая масса, семена и эфирные масла укропа пахучего, кориандра посевного, салата листового и петрушки используются в кулинарии, пищевой, консервной, ликеро-водочной и мыловаренной промышленности, в парфюмерии и косметологии, в традиционной и народной медицине [1–3, 19–21].

Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зеленых и пряно-ароматических культур.

Основная часть

Исследования по изучению агроэкономической эффективности применения минеральных удобрений проводили УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на протяжении 2018–2020 гг. на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве.

Исследуемые культуры – укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский, кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) сорт Летний бриз, салат листовой (*Lactuca sativa* L.) сорт Американский коричневый и петрушка (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) сорт Курчавая.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: рН_{KCl} 6,5–6,8, содержание P₂O₅ (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K₂O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг, гумуса (0,4 н K₂Cr₂O₇) – 2,9–3,1% (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Схема опыта предусматривала варианты без применения удобрений; с внесением под предпосевную культивацию N₃₀₋₉₀P₅₀K₈₀ (карбамид, аммофос, сульфат калия), с подкормкой посевов N₃₀ в фазу ветвления.

Полевые исследования, лабораторные анализы и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [1–4, 22–24].

Экономическую эффективность применения минеральных удобрений проводили по методике Института почвоведения и агрохимии в действующих ценах на минеральные удобрения и товарную продукцию [6, 25, 26].

Как показали результаты полевых испытаний, погодные условия и применение минеральных удобрений оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы исследуемых культур и накопление в ней нитратов (табл. 1–3).

В целом по вегетационным периодам погодные условия оказались приближенными к среднепогодным показателям. Однако рост и развитие растений зависит от погодных условий конкретных периодов их роста и развития [27], среди которых для зеленых и пряно-ароматических культур наибольшее значение имеют май (посев и всходы), июнь (наиболее интенсивный рост) и июль (уборка урожая).

В наших исследованиях наиболее благоприятными для роста и развития зеленых и пряно-ароматических культур оказались погодные условия 2020 г. В мае 2020 г. отмечено высокое выпадение осадков, что обеспечило дружные и равномерные всходы изучаемых зеленых и пряно-ароматических культур (ГТК = 2,4). В июне 2020 г. также отмечена высокая обеспеченность осадками при довольно благоприятной температуре воздуха (ГТК = 2,4). В июле 2020 г., наоборот, ощущался определенный недобор осадков при повышенной температуре воздуха (ГТК = 1,0), что обеспечило благоприятные условия для уборки урожая.

В 2018 г. недостаток осадков в мае неблагоприятно сказался на всходах исследуемых культур (ГТК = 0,7), что в дальнейшем сказалось на их росте и развитии в июне (ГТК = 1,7).

В 2019 г. наиболее неблагоприятные погодные условия отмечены в июне (высокая температура воздуха при недостатке осадков, ГТК = 0,7), что также отрицательно сказалось на росте и развитии исследуемых растений.

В результате наиболее высокая урожайность всех изучаемых культур отмечено в 2020 г. – урожайность зеленой массы укропа пахучего в зависимости от опытного варианта составила 0,86–1,14 (зелень) и 1,61–1,96 (пряность) кг/м², кориандра посевного – 1,10–1,74, салата листового – 2,14–3,15, петрушки – 1,67–2,25 кг/м².

В 2018 г. урожайность зеленой массы укропа пахучего в зависимости от опытного варианта и фазы уборки оказалась 0,68–1,20 кг/м², кориандра посевного – 1,06–1,70, салата листового – 2,13–3,11, петрушки – 1,57–2,07 кг/м². В 2019 г. урожайность зеленой массы укропа изменялась в пределах 0,71–1,21 кг/м², кориандра посевного – 0,58–1,05, салата листового – 2,01–2,73, петрушки – 0,93–1,28 кг/м².

В среднем за три года исследований урожайность зеленой массы укропа пахучего в контрольном варианте без удобрений составила 0,75 (зелень) и 1,09 (пряность), в вариантах с применением минеральных удобрений – соответственно 0,88–1,02 и 1,22–1,46 кг/м².

Внесение полного минерального удобрения увеличило урожайность зеленой массы укропа пахучего при уборке на зелень на 0,13–0,27 кг/м² и при уборке на пряность – на 0,13–0,37 кг/м² с ее увеличением в вариантах с возрастающими дозами азота и максимальными показателями в варианте с дробным и разовым применением N₉₀ на фоне P₅₀K₈₀ (урожайность зеленой массы – 1,01–1,46 кг/м²). Дробное применение 90 кг/га д.в. азота по агрономической эффективности не имело преимуществ перед разовым внесением его аналогичной дозы.

Таблица 1. Показатели гидротермического коэффициента (ГТК) периода вегетации (май–август)

Годы исследования	Период				
	Май	Июнь	Июль	Август	Вегетация
2018	0,7	1,7	2,4	0,4	1,3
2019	1,2	0,7	2,8	1,4	1,5
2020	2,4	2,5	1,0	1,7	1,9
среднее многолетнее	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5

Таблица 2. Агрэкономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании зеленых и пряно-ароматических культур

Вариант	Зеленая масса, кг/м ²				Прибавка, кг/м ²	Чистый доход, руб./м ²
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Ø		
Укроп пахучий (<i>Anethum graveolens</i> L.), зелень						
Без удобрений	0,68	0,71	0,86	0,75	–	–
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	0,80	0,84	0,99	0,88	0,13	0,37
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	0,87	0,88	1,07	0,94	0,19	0,56
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	0,98	0,94	1,14	1,02	0,27	0,81
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	0,98	0,93	1,14	1,01	0,26	0,80
НСП ₀₅	0,04	0,04	0,05	0,04		
Укроп пахучий (<i>Anethum graveolens</i> L.), пряность						
Без удобрений	0,81	0,86	1,61	1,09	–	–
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	0,91	1,03	1,73	1,22	0,13	0,31
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1,05	1,09	1,86	1,33	0,24	0,60
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1,20	1,21	1,96	1,46	0,37	0,92
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	1,19	1,21	1,95	1,45	0,36	0,89
НСП ₀₅	0,05	0,05	0,08	0,06		
Кориандр посевной (<i>Coriandrum sativum</i> L.), зелень						
Без удобрений	1,06	0,58	1,10	0,91	–	–
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1,32	0,89	1,37	1,19	0,28	0,85
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1,54	0,98	1,58	1,37	0,46	1,39
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1,70	1,05	1,74	1,50	0,59	1,79
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	1,68	1,03	1,71	1,47	0,56	1,72
НСП ₀₅	0,07	0,04	0,08	0,06		
Салат листовой (<i>Lactuca sativa</i> L.), зелень						
Без удобрений	2,13	2,01	2,14	2,09	–	–
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	2,47	2,37	2,52	2,45	0,36	1,10
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	2,85	2,50	2,92	2,76	0,67	2,04
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	3,11	2,59	3,15	2,95	0,86	2,65
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	3,08	2,73	3,11	2,97	0,88	2,72
НСП ₀₅	0,14	0,12	0,14	0,13		
Петрушка (<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss), зелень						
Без удобрений	1,57	0,93	1,67	1,39	–	–
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1,74	1,11	1,84	1,56	0,17	0,50
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1,94	1,20	1,97	1,70	0,31	0,95
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	2,06	1,28	2,15	1,83	0,44	1,34
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2,07	1,27	2,25	1,86	0,47	1,45
НСП ₀₅	0,09	0,06	0,10	0,08		

Согласно технологической карте возделывания укропа пахучего, при оптовых закупочных ценах 3,5 руб. за 1 кг зелени и 3,0 руб. за 1 кг пряности, чистый доход на 1 м² в среднем составляет 2,0–2,5 руб. Применение полного минерального удобрения N₃₀₋₉₀P₅₀K₈₀ обеспечивает получение чистого дохода при уборке на зелень 0,37–0,81 руб./м², при уборке на пряность – 0,31–0,92 руб./м², что свидетельствует как о высокой экономической эффективности выращивания укропа пахучего, так и высокой экономической эффективности применения минеральных удобрений при его возделывании.

Следует, однако, отметить что экономическая эффективность выращивания укропа пахучего и других зеленных и пряно-ароматических культур, а также применения минеральных удобрений в их посевах может значительно изменяться как от величины закупочных цен, так и сезонности и емкости рынка

сбыта товарной продукции.

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений на содержание нитратов в зеленой массе зеленных и пряно-ароматических культур

Вариант	Нитраты, мг/кг			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	∅
Укроп пахучий (<i>Anethum graveolens</i> L.), зелень				
Без удобрений	1477	1870	1122	1490
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1783	1810	1573	1722
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1925	1930	1807	1887
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	2077	2150	1985	2071
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2180	2210	2030	2140
НСР ₀₅	89	95	84	89
Укроп пахучий (<i>Anethum graveolens</i> L.), пряность				
Без удобрений	1180	1223	810	1071
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1630	1267	1147	1348
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1870	1757	1407	1678
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	2010	1994	1922	1975
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2075	2087	2008	2057
НСР ₀₅	76	85	71	77
Кориандр посевной (<i>Coriandrum sativum</i> L.), зелень				
Без удобрений	643	1233	1183	1020
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1292	1375	1303	1323
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1598	1463	1696	1586
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1922	1728	1849	1833
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2029	1978	2051	2019
НСР ₀₅	74	73	79	75
Салат листовой (<i>Lactuca sativa</i> L.), зелень				
Без удобрений	975	1107	1118	1067
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1213	1233	1362	1269
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1586	1363	1610	1520
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1924	1989	1880	1931
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2152	2080	2102	2111
НСР ₀₅	79	75	79	
Петрушка (<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss), зелень				
Без удобрений	1049	1090	926	1022
N ₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1654	1415	1481	1517
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	1829	1620	1565	1671
N ₆₀₊₃₀ P ₅₀ K ₈₀	1942	1871	1801	1871
N ₉₀ P ₅₀ K ₈₀	2036	2032	2018	2029
НСР ₀₅	65	78	75	73
ПДК				2000

В опытах с кориандром посевным в среднем за три года исследований возрастающие дозы азотных удобрений N₃₀₋₉₀ на фоне P₅₀K₈₀ существенно увеличили урожайность зеленой массы на 0,28–0,59 кг/м² с максимальными ее показателями в вариантах с дробным и разовым внесением 90 кг/га д.в. азота (1,47–1,50 кг/м²). Чистый доход от применения полного минерального удобрения в посевах кориандра посевного составил 0,85–1,79 руб./м².

При возделывании салата листового применение минеральных удобрений увеличило урожайность зеленой массы на 0,36–0,88 кг/м² при чистом доходе 1,10–2,72 руб./м² с наибольшими показателями агроэкономической эффективности в вариантах с применением N₆₀₊₃₀ и N₉₀ на фоне P₅₀K₈₀.

В исследованиях с петрушкой применение полного минерального удобрения также обеспечило прибавку урожай зеленой массы 0,17–0,47 кг/м² при чистом доходе 0,50–1,45 руб./м² с наибольшими показателями агроэкономической эффективности в вариантах с применением 90 кг/га д.в. азота на фоне P₅₀K₈₀.

Дробное и разовое применение 90 кг/га д.в. азота при возделывании всех исследуемых культур обеспечило практически равнозначную прибавку урожая в пределах НСР₀₅.

Наряду с урожайностью товарной продукции, большое значение при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур имеют качественные показатели, среди которых одним из важнейших является содержание нитратов [10, 11, 28, 29].

Согласно Гигиеническому нормативу «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», ПДК содержания нитратов в листовых овощах в Республике Беларусь составляет 2000 мг/кг [30].

В наших исследованиях при возделывании всех изучаемых зеленных и пряно-ароматических культур содержание нитратов в зеленой массе в пределах ПДК в среднем за три года исследований обеспечило разовое внесение азота в дозах, не превышающих N_{60} на фоне $P_{50}K_{80}$. Повышение разовой дозы азота до N_{90} способствовало избыточному накоплению нитратов в зеленой массе всех исследуемых зеленных и пряно-ароматических растений. При дробном внесении N_{60+30} на фоне $P_{50}K_{80}$ превышение содержания нитратов отмечено лишь в зеленой массе укропа при уборке ее на зелень.

Содержание сырого протеина в зеленой массе укропа пахучего в зависимости от опытного варианта и фазы уборки в среднем составило 19,3–28,1, кориандра посевного – 17,6–21,8, салата листового – 15,9–20,1, петрушки – 9,3–14,1 %, витамина С – 15,5–32,4 (укроп), 29,3–74,3 (кориандр), 15,5–26,5 (салат), 84,4–104,7 мг/100 г (петрушка), сырого жира – соответственно 1,9–2,5, 1,7–2,2, 2,0–2,5 и 1,6–1,9 %, сырой золы – 11,5–13,2 (укроп), 14,7–15,9 (кориандр), 22,6–26,2 (салат) и 13,8–14,4 % (петрушка).

Нормативный (удельный) вынос основных элементов питания, показатели которого используют при расчете баланса и доз удобрений в производстве [31, 32], в среднем для исследуемых зеленных и пряно-ароматических культур составил: 3,7–6,3 (N), 2,2–3,1 (P_2O_5), 7,3–7,9 (K_2O), 3,4–4,1 (CaO) и 0,6–1,0 (MgO) кг с 1 т зеленой массы.

Заключение

В исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве применение минеральных удобрений $N_{30-90}P_{50}K_{80}$ существенно увеличило урожайность зеленой массы укропа пахучего, кориандра посевного, салата листового и петрушки при получении чистого дохода от их внесения 0,31–2,72 руб./м².

Лучшие показатели агроэкономической эффективности при возделывании укропа пахучего (уборка на пряность), кориандра посевного, салата листового и петрушки получены при дробном внесении N_{60+30} на фоне $P_{50}K_{80}$ (прибавка урожая зеленой массы составила 0,37–0,86 кг/м², общая урожайность зеленой массы – 1,46–2,95 кг/м², чистый доход – 0,92–2,65 руб./м², содержание нитратов – 1833–1975 мг/кг).

При уборке укропа пахучего на зелень содержание нитратов в пределах ПДК обеспечивала доза азота, не превышающая N_{60} на фоне $P_{50}K_{80}$. В лучшем по продуктивности варианте с внесением $N_{60}P_{50}K_{80}$ прибавка урожая составила 0,19 кг/м², общая урожайность зеленой массы – 0,94 кг/м², чистый доход – 0,56 руб./м², содержание нитратов – 1887 мг/кг.

Повышение разовой дозы азота до N_{90} на фоне $P_{50}K_{80}$ способствовало избыточному накоплению нитратов в товарной продукции всех исследуемых зеленных и пряно-ароматических культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваш богатый огород / А. П. Шкляр [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
2. Зеленные и пряно-вкусовые культуры / Ю. П. Шевченко [и др.]. – Москва: ФНЦО, 2019. – 224 с.
3. Скорина, В. В. Пряно-ароматические и эфирномасличные культуры / В. В. Скорина, В. Н. Прохоров. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 215 с.
4. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
5. Акулич, М. П. Урожайность и качество укропа пахучего в зависимости от применения минеральных удобрений, агроメリорантов и биопрепаратов / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 6–11.
6. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения агроメリорантов и биопрепаратов при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2020. – Т. 28. – С. 6–12.
7. Босак, В. Н. Влияние удобрений на продуктивность пряно-ароматических культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: АГАУ, 2018. – Кн. 1. – С. 251–253.
8. Босак, В. Н. Применение удобрений на приусадебном участке / В. Н. Босак. – Минск, 2005. – 16 с.
9. Босак, В. Н. Эффективность применения золы при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 60–63.
10. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов и урожайность пряно-ароматических и зеленных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2019 – Т. 27. – С. 17–24.
11. Босак, В. Н. Продуктивность пряно-ароматических культур в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 42. – С. 10–16.
12. Лапа, В. В. Азотный режим дерново-подзолистой почвы и его влияние на продуктивность звена севооборота / В. В. Лапа, В. Н. Босак, О. Ф. Смянович // Почвоведение и агрохимия. – 1998. – № 30. – С. 89–95.
13. Лапа, В. В. Оптимальные дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2003. – 23 с.

14. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.
15. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
16. Применение удобрений при возделывании овощных культур: рекомендации / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
17. Сачивко, Т. В. Эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 337–339.
18. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 s.
19. Босак, В. Н. Обеспечение импортозамещения в АПК Республики Беларусь / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Стратегические направления развития АПК стран СНГ. – Барнаул, 2017. – С. 305 – 307.
20. Перспективы использования и особенности эфирных масел растений Республики Беларусь / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 236–237.
21. Циунель, М. М. Укроп: сорта и особенности агротехники / М. М. Циунель // Вестник овощевода. – 2009. – № 2. – С. 2–7.
22. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
23. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
24. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
25. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений / В. Н. Босак. – Минск, 2005. – 44 с.
26. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: ИПА, 2010. – 24 с.
27. Лапа, В. В. Роль погодных условий в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Н. Н. Ивахненко // Изменение климата и использование климатических ресурсов. – Минск: БГТУ, 2001. – С. 147–154.
28. Босак, В. Н. Содержание нитратов в растениеводческой продукции в зависимости от погодных условий и применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак, Е. Г. Мезенцева, Т. В. Дембицкая // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 167–172.
29. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
30. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиенический норматив [Электронный ресурс]: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 21 июня 2013 г., № 52 в ред. от 22.11.2016 г. № 120). – Минск, 2020. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа 15.12.2020.
31. Босак, В. Н. Нормативный вынос элементов питания зелеными, пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 41–42.
32. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.