

УДК631.81:633.367.2

НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ

М. Л. РАДКЕВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: rml0916@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.04.2018)

В статье приведены результаты исследования влияния внесения различных доз минеральных макроудобрений, применения микроэлементов, бактериальных удобрений и регуляторов роста растений при возделывании люпина узколистного сортов зернового направления на линейный рост и накопление сухой массы. Наиболее интенсивный линейный рост люпина узколистного наблюдался в период, предшествовавшей фазе цветения, затем рост несколько замедлялся, и второй период активного роста отмечен в фазу зеленой спелости, а с началом созревания он практически затухал. Использование эпина, сапронита и фитостимифоса для обработки семян люпина позволяет увеличить сухую массу в фазы бутонизации и цветения на 15-18 %. Обработка посевов жидким комплексным удобрением для бобовых культур повышает накопление сухого вещества растениями сортов Першацвет и Ян на 5-7 % в фазу цветения, на 18 % в фазу зернообразования. Изучение на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин микроэлементов показало их сильное влияние на накопление сухого вещества. Так, в вариантах с их применением сухая надземная биомасса была на 24-50 % выше относительно фонового варианта по фазам роста и развития люпина узколистного. У сорта Першацвет максимальное накопление биомассы наблюдалось в варианте с применением кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин, в этом же варианте и урожайность зерна в среднем за три года была наиболее высокой и составила 31,6 ц/га. У люпина узколистного сорта Ян более высокое накопление биомассы отмечено в вариантах с использованием сульфата марганца и кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин, при урожайности зерна в 28,0-29,4 ц/га соответственно.

Ключевые слова: люпин узколистный, сухая масса растений, линейный рост, микроэлементы, бактериальные препараты, регуляторы роста.

The article presents results of research into the influence of applying various doses of mineral macro-fertilizers, the use of microelements, bacterial fertilizers and plant growth regulators when cultivating narrow-leaf lupine varieties of grain direction on linear growth and the accumulation of dry mass. The most intensive linear growth of narrow-leaved lupine was observed in the period preceding the flowering phase, then the growth was somewhat slowed down, and the second period of active growth was marked in the phase of green ripeness, and with the onset of maturation it practically faded. The use of epin, sapronit and phytostimophos for the treatment of lupine seeds makes it possible to increase dry mass in the phases of budding and flowering by 15-18%. Treatment of crops with liquid complex fertilizer for legumes increases the accumulation of dry matter by plant varieties Pershatsvet and Ian by 5-7% in the flowering phase, and by 18% in the phase of grain formation. A study of trace elements, on the background of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + phytostimophos + sapronit + epin, showed their strong effect on the accumulation of dry matter. So, in the variants with their application, the dry aboveground biomass was by 24-50% higher relative to the background variant according to the phases of growth and development of narrow-leaved lupine. In the variety Pershatsvet, the maximum accumulation of biomass was observed in the variant with the use of cobalt in the chelate form against the background of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + phytostimophos + sapronit + epin, and the yield of grain in the same variant was the highest on average during three years and amounted to 3.16 t / ha. In the narrow-leaved lupine variety Ian, a higher accumulation of biomass was noted in variants with the use of manganese sulfate and cobalt in a chelate form against the background of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + phytostimophos + sapronit + epin, with a grain yield of 2.80-2.94 t / ha, respectively.

Key words: narrow-leaved lupine, dry mass of plants, linear growth, microelements, bacterial preparations, growth regulators.

Введение

Главным направлением в развитии сельского хозяйства республики остается дальнейшая его интенсификация, активное и повсеместное внедрение адаптированных ресурсосберегающих технологий, повышение эффективности производства и продукции животноводства [6].

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 [5]. Оптимизация системы питания растений как за счет применения минеральных удобрений и бактериальных удобрений [2], так и за счет внесения микроудобрений и росторегуляторов [1] оказывает положительное влияние на увеличение накопления сухой биомассы растений. В связи с этим актуальным является изучение возможности оптимизации поступления элементов питания в растения люпина узколистного в течение всего периода вегетации за счет применения минеральных и бактериальных удобрений, регуляторов роста растений и микроэлементов.

Основная часть

Для изучения эффективности макроудобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста растений и микроэлементов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком в 2011–2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» были заложены и проведены полевые опыты с люпином узколиственным сортов зернового направления Першацвет и Ян.

Агрохимические показатели свидетельствуют о том, что почва по годам исследований имела низкое и среднее содержание гумуса (1,48–1,69 %), повышенное и среднее – подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низкое и среднее содержание меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг соответственно), низкое содержание Со (0,55–0,6 мг/кг) и $Mn_{обм.}$ (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной ($pH_{кел} - 6,13-6,2$). Согласно расчету индекса агрохимической окультуренности – почва среднеокультуренная (ИО – 0,71).

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы посева семян, сроки и способы сева) рекомендуемая современными технологическими регламентами. Предшественник – яровые зерновые. Опыты заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м². Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах $N_{30}P_{30}K_{90}$. В опытах применялись карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). В качестве протравителя применяли Максим XL в дозе 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные препараты вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2 %-й раствор NaKMЦ. В течение вегетации проводили фенологические, биометрические наблюдения и учеты в соответствии с методикой исследования по культуре. Определение высоты растений по фенологическим фазам в той или иной степени уже в процессе развития позволяет установить реакцию растений на изучаемые приемы и погодные условия [3].

Наиболее интенсивный линейный рост люпина узколистного наблюдался в период, предшествовавшей фазе цветения, затем рост несколько замедлялся, и второй период активного роста отмечен в фазу зеленой спелости, а с началом созревания он практически затухал (таб.1).

Таблица 1. Влияние условий питания на динамику роста по фазам развития люпина узколистного, среднее 2011–2013 гг.

Вариант (фактор Б)	Высота растений, см											
	Стебление		Бутонизация		Цветение		Зернообразование		Зеленая спелость		Молочно-восковая спелость	
	Першацвет (факт. А)	Ян (факт. А)	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян
1. Контроль (без удобрений)	13,5	13,5	24,6	23,0	32,3	32,4	41,8	40,9	45,5	46,0	47,2	48,6
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	15,0	14,8	25,8	23,7	34,6	33,2	43,4	43,3	46,8	48,2	48,6	49,7
3. $N_{30}K_{90}$	15,0	14,4	26,6	24,3	35,0	33,9	43,5	43,4	47,5	48,0	49,0	49,9
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	15,6	15,1	27,3	25,2	35,9	34,0	44,5	45,1	49,0	51,0	51,5	52,4
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин (ФОН)	17,2	16,1	28,8	25,8	37,0	35,0	45,2	47,4	49,8	52,6	51,0	54,8
6. (ФОН)+ЖКУ	16,6	15,6	29,5	29,5	38,8	38,4	47,3	52,9	52,9	58,1	54,4	60,1
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин-К	17,2	16,0	29,5	25,9	37,6	34,2	44,9	47,5	49,6	52,1	51,1	53,9
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин-Н	16,8	16,3	29,6	26,8	38,1	34,5	45,5	47,5	49,7	52,9	51,0	54,5
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	17,8	19,0	30,6	29,2	40,5	38,4	47,2	52,5	52,8	57,9	54,4	57,4
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	17,6	18,0	31,1	27,6	40,7	36,8	46,9	52,1	52,2	57,7	53,5	60,4
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	17,0	17,7	29,3	27,5	38,3	35,3	45,8	49,8	51,0	55,0	52,8	57,1
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	17,3	17,6	29,2	27,4	39,1	35,3	46,5	50,0	50,3	55,3	51,9	57,9
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	17,7	18,9	29,8	27,1	40,5	36,3	47,6	52,9	52,9	58,4	54,6	60,1
14. (ФОН)+ Co(хелат)	18,2	21,2	32,1	30,0	41,6	38,1	49,0	54,6	55,0	60,1	56,6	62,3
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	18,8	20,6	30,9	29,8	42,0	38,3	48,3	53,5	53,1	58,7	55,1	60,8
НСР А	0,19		0,16		0,24		0,18		0,19		0,21	
НСР Б	0,50		0,45		0,66		0,50		0,53		0,58	
НСР АБ	0,71		0,64		0,93		0,70		0,74		0,82	

На делянках без удобрений высота растений люпина узколистного сорта Першацвет в фазу бутонизации в среднем достигла 24,6 см, при зернообразовании – 41,8 см, во время зеленой спелости – 45,5 см, к фазе молочно-восковой спелости – 47,2 см. Высота растений сорта Ян на контроле по

фазам в среднем была одинаковой с высотой растений сорта Першацвет, и лишь к фазе молочной спелости растения были выше на 1,5 см. Необходимо отметить, что начиная с фазы зернообразования (второй волны активного роста) растения сорта Ян в среднем на 4 см превышали растения сорта Першацвет. Наблюдения за линейным ростом растений показали, что внесение перед посевом минеральных удобрений в дозах $N_{30}P_{30}K_{90}$ и $N_{30}K_{90}$ обеспечило увеличение высоты растений двух сортов в среднем на 2 см по фазам развития люпина узколистного. Применение бактериальных удобрений и регуляторов роста способствовало устойчивому повышению длины стебля уже с первых фаз развития растений. По всей видимости, это обусловлено тем, что они обеспечивают дополнительное поступление питательных веществ в растения. Обработка посевов жидким комплексным удобрением в фазу бутонизации культуры способствовало увеличению высоты растений в фазах «цветение», «зернообразование», «зеленая спелость», «молочно-восковая спелость» на 2,1–3,4 см у сорта Першацвет и на 5,3–5,5 см у сорта Ян. Применение микроэлементов в предпосевной обработке семян так же способствовало увеличению высоты растений относительно фонового варианта $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин. Так, инкрустация семян медьсодержащими препаратами повышала высоту растений люпина узколистного в среднем за 2011–2013 гг. на 3,4 см у сорта Першацвет и на 2,6 см у сорта Ян, при этом действие солей и хелатов было практически равнозначным. В варианте с применением сульфата марганца высота растений по сортам была на 4,1–6 см выше, чем в фоновом варианте. Самыми высокими растения были в варианте с применением Со(хелат) на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин. Их высота к моменту уборки достигала у сорта Першацвет и у сорта Ян 56,6 см и 62,3 см соответственно. Действие хелатной формы кобальта на исследуемый показатель было выше, чем минеральной, в среднем за годы исследований высота растений была на 2 см выше. Большое влияние на рост оказали метеорологические условия вегетационных периодов. В 2012 и 2013 годах в связи с недостатком влаги и повышенными температурами наблюдалось угнетение линейного роста растений. В 2011г. (ГТК=1,6) растения были выше в среднем по сортам и вариантам опыта на 7 см. В. Н. Прохоров [7] считает, что одним из наиболее важных и надежных критериев прогнозирования продуктивности является надземная биомасса посева, которая отражает агрометеорологические условия произрастания, биологические особенности сорта, уровень агротехники и другие, воздействующие на посев факторы. Наблюдения за динамикой формирования биомассы по фазам вегетации растений люпина узколистного показали, что с усилением питания наблюдается ее увеличение.

Сухая масса растений люпина узколистного со времени появления всходов и до уборки урожая непрерывно нарастала (табл. 2).

Таблица 2. Динамика накопления сухого вещества растениями люпина узколистного сорта Першацвет по фазам роста и развития, в среднем за 2011–2013 гг.

Вариант	Масса 100 сухих растений, г						Урожайность зерна, ц/га, среднее 2011–2013 гг.
	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Зернообразование	Зеленая спелость	Молочно-восковая спелость	
1. контроль (без удобрений)	17	73	95	247	328	773	17,2
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	20	76	105	253	359	807	19,5
3. $N_{30}K_{90}$	20	81	107	276	362	868	20,6
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	23	84	119	287	370	919	20,8
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин (ФОН)	29	90	123	297	384	943	22,9
6. (ФОН)+ЖКУ	29	93	131	349	468	1267	26,6
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин К	28	90	126	309	408	1033	24,1
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин Н	29	91	127	311	422	1059	24,2
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	33	101	150	353	448	1305	31,4
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	31	97	152	359	455	1301	27,9
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	29	101	151	345	472	1171	24,2
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	31	101	152	329	486	1213	27,2
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	30	105	157	353	517	1296	25,8
14. (ФОН)+ Со(хелат)	38	112	166	388	531	1416	31,6
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	35	110	157	366	507	1370	28,6
$HCPO_5$	1,84	0,88	3,80	2,55	9,09	10,16	1,60-1,70

У люпина узколистного в фазе стеблевания на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос +сапронит+эпин по сравнению с неудобренным вариантом величина сухой биомассы увеличилась на 12 г/100 раст., в фазе бутонизации – 27 г/100 раст., в фазе цветения – 28 г/100 раст., в фазе зернообразования – 50 г/100 раст., в фазе молочно-восковой спелости – 170 г/100 раст. 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. Максимальное накопление общей сухой надземной биомассы люпина отмечается в фазе молочно-восковой спелости. Использование бактериальных удобрений и регулятора роста растений приводило к увеличению накопления биомассы на 19% и 23% соответственно. Изучение на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин микроэлементов показало их сильное влияние на накопление сухого вещества. Так, в вариантах с применением микроэлементов сухая надземная биомасса была на 24–50% выше относительно фонового варианта. Применение в предпосевной обработке семян меди в минеральной и хелатной формах увеличивало массу 100 сухих растений на 362,0 г и 358,0 г соответственно к фазе молочно-восковой спелости. Самой большой масса 100 сухих растений была в варианте с применением $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин + Со(хелат), в среднем за три года масса в фазу молочно-восковой спелости в этом варианте была выше на 473 г по сравнению с фоновым вариантом.

Минимальные показатели накопления сухого вещества растениями люпина узколистного сорта Ян (табл. 3) были отмечены в варианте без применения минеральных удобрений (контроль).

Таблица 3. Динамика накопления сухого вещества растениями люпина узколистного сорта Ян по фазам роста и развития, в среднем за 2011–2013 гг.

Вариант	Масса 100 сухих растений, г						Урожайность зерна, ц/га, среднее 2011–2013 гг.
	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Зернообразование	Зеленая спелость	Молочно-восковая спелость	
1. Контроль (без удобрений)	19	76	99	258	337	772	18,6
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	22	80	111	264	369	805	20,9
3. $N_{30}K_{90}$	22	86	112	288	372	866	21,0
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	25	89	125	300	380	917	22,0
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин (ФОН)	31	92	130	310	394	941	23,2
6. (ФОН)+ЖКУ	30	96	137	365	480	1264	27,3
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин К	30	93	132	322	419	1030	23,3
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин Н	31	95	133	325	434	1056	23,7
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	35	105	157	369	460	1299	27,3
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	33	101	160	375	467	1293	26,6
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	31	105	158	361	485	1164	25,7
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	35	106	159	344	499	1207	26,5
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	32	111	164	368	531	1289	26,1
14. (ФОН)+ Со(хелат)	41	122	174	405	545	1409	29,4
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	37	116	165	382	521	1362	28,0
НСР ₀₅	1,84	0,88	3,80	2,55	9,09	10,16	1,50–1,70

Наибольшая масса сухого вещества в фазе молочно-восковой спелости в среднем за три года исследований у сорта люпина узколистного Ян наблюдалась в варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин + Со(хелат) и составила 1409,0 г. Несколько меньше масса сухого вещества у этого сорта люпина узколистного была в вариантах с применением в предпосевной обработке семян сульфата марганца и сульфата меди на фоне применения минеральных удобрений, бактериальных удобрений и регулятора роста растений – 1362,0 и 1299,0 грамм соответственно. Сухая масса 100 растений при использовании Cu(хелат) и неорганической формы кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин превышает показатели фонового варианта на 21 % и 19 % в фазу зернообразования. При применении жидкого комплексного удобрения у люпина узколистного сорта Ян содержание сухого вещества в фазу молочно-восковой спелости возрастало относительно фонового варианта на 323,0 г или на 34 %. В вариантах опыта, где было отмечено более высокое накопление биомассы, получена и высокая урожайность зерна люпина узколистного. Так, у сорта Першцвет максимальное накопление биомассы наблюдалось в варианте с применением кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин, в этом же варианте и урожайность зерна в среднем за три года была наиболее высокой и составила 31,6 ц/га.

У люпина узколистного сорта Ян более высокое накопление биомассы отмечено в вариантах с использованием сульфата марганца и кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит+эпин, где урожайность зерна была 28,0–29,4 ц/га.

Заключение

Наиболее интенсивный линейный рост люпина узколистного наблюдался в период, предшествующий фазе цветения, затем рост несколько замедлялся, и второй период активного роста отмечен в фазу зеленой спелости, а с началом созревания он практически затухал.

Использование эпина, сапронита и фитостимифоса для обработки семян люпина позволяет увеличить сухую массу в фазы бутонизации и цветения на 15–18 %. Обработка посевов жидким комплексным удобрением для бобовых повышает накопление сухого вещества растениями сортов Першацвет и Ян на 5–7 % в фазу цветения, на 18 % в фазу зернообразования. Изучение на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос +сапронит+эпин микроэлементов показало их сильное влияние на накопление сухого вещества. Так, в вариантах с их применением сухая надземная биомасса была на 24–50 % выше относительно фонового варианта по фазам роста и развития люпина узколистного. У сорта Першацвет максимальное накопление биомассы наблюдалось в варианте с применением кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос +сапронит+эпин, в этом же варианте и урожайность зерна в среднем за три года была наиболее высокой и составила 31,6 ц/га. У люпина узколистного сорта Ян более высокое накопление биомассы отмечено в вариантах с использованием сульфата марганца и кобальта в хелатной форме на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос +сапронит+эпин, при урожайности зерна в 28,0–29,4 ц/га соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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: 06.01.04 / Е. А. Блохина; Беларус. Гос.с.-х. акад. – Горки, 2016, – 23 с.
2. Вильдфлуш, И. Р. Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого / И. Р. Вильдфлуш, Г. В. Пироговская, О. И. Мишура, О. В. Малашевская // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – №1(56). – С. 129–137.
3. Мастерова, Е. М. Эффективность применения макро- и микроудобрений и регуляторов роста при возделывании озимой тритикале в условиях северо-востока Беларуси / Е. М. Мастерова // Вестник БГСХА. – №1. – 2014. – С. 81–87.
4. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова; УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2017. – С. 164.
5. Полховская, И. В. Накопление сухого вещества и основных элементов питания растениями гречихи при применении макроудобрений, эпина, бора и биопрепаратов / И. В. Полховская, А. Р. Цыганов // Вестник БГСХА. – 2017. – №2. – С. 55.
6. Привалов, Ф. И. Стратегия развития кормопроизводства до 2020 года / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2017. – №1. – С. 6.
7. Прохоров, В. Н. Физиологическое обоснование критериев оценки агроценозов хлебных злаков в связи с формированием их хозяйственной продуктивности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / В. Н. Прохоров; Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск, 1992. – 24 с.