

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

О.И. Борисенко¹, соискатель, Ю.К. Шашко², кандидат с.-х. наук
¹Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси
²Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 03.08.2015 г.)

В статье изложены результаты применения регуляторов роста на фоне различных доз азотных удобрений с различным механизмом действия на урожайность и качество льноволокна в посевах льна-долгунца сорта Блакит на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Витебской области. Установлено, что при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га) получен максимальный результат устойчивости льна-долгунца – 4,8 балла, урожай семян – 6,6–7,4 ц/га, льнотресты – 66,9–68,6 ц/га, льноволокна – 13,4–27,3 ц/га общего и 11,1–22,4 ц/га – длинного.

The article presents the results of growth regulators application against a background of different rates of nitrogenous fertilizers with different mechanism of action on flax fiber yield and quality in fiber flax crops cv Blakit on soddy-podzolic medium loamy soils of Vitebsk district. It is determined that with the preparation serone (1,0-1,5 l/ha) application a maximum result of fiber flax resistance – 4,8 points, seed yield – 6,6-7,4 cwt/ha, flax fiber – 13,4-27,3 cwt/ha – total and 11,1-22,4 cwt/ha – long is obtained.

Введение

Проблема регуляции роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ в настоящее время является одной из самых актуальных в современной биологии. Важнейшие представители эндогенных регуляторов роста – фитогормоны [7].

Фитогормоны синтезируются в растениях в очень малых количествах из продуктов фотосинтеза и гликолиза, участвуют в регуляции обмена веществ на всех этапах жизни растений – от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла и отмирания. Они определяют характер роста и развития растений, формирования новых органов, габитуса, цветения, старения вегетативных частей, перехода к покою и выхода из него [11].

Действие фитогормонов на растения поливалентно, все они влияют на рост и деление клеток, на процессы адаптации к старению, на транспорт вещества, дыхание, синтез нуклеиновых кислот и белков и многие другие процессы. Однако у каждой группы этих веществ имеются свои специфические особенности. Согласно современной классификации, известно пять групп фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен [6].

Различают три группы ретардантов для укрепления стебля:

- **ингибиторы синтеза гиббереллинов** – тормозят образование фитогормонов, ответственных за удлинение стебля;
- **генераторы этилена** – тормозят рост и ускоряют процессы созревания;
- **комбинированные препараты** – тормозят синтез гиббереллинов и продуцируют гормон этилена.

Ингибиторы гиббереллинов. Гиббереллины влияют на процесс деления и на увеличение клеток. Зарегистрированы ретарданты на основе хлормеквата (гелиосан, стабилан, Це Це Це 750, ретацел), тринаксапак-этила (моддус) и прогексадиона Са (мессидор), которые тормозят образование гиббереллина. Благодаря торможению процесса синтеза гиббереллинов в растении происходит активация цитокининов – фитогормонов, отвечающих за возобновление и деление клеток.

Хлормекватхлорид и тринаксапак-этил имеют оптимум своего действия и неплохо тормозят синтез гиббереллинов. В меньшей степени это касается моддуса, который можно применять только на высокоинтенсивном

фоне удобрений, средств защиты, при избыточном и оптимальном содержании влаги в почве в течение всего периода роста культуры. В противном случае моддус сильно затормаживает рост боковых побегов, провоцирует их редукцию, в результате чего снижается плотность продуктивного стеблестоя и урожайность [1].

Генераторы этилена. Группа регуляторов роста, содержащих этефон (серон), играет важную роль в повышении устойчивости посевов к полеганию. Серон, попадая в растение, стимулирует выделение фитогормона этилен, который снижает активность гиббереллина и тормозит рост, ускоряя при этом старение, благодаря чему ткани становятся более прочными и крепкими [10]. Он хорошо действует при позднем внесении, так как окончательная длина формируется к концу цветения льна-долгунца. Лучшее действие от применения этефона происходит при интенсивном росте стебля – фаза быстрого роста льна. Для эффективного действия регулятора требуется дневная температура примерно 15 °С, при повышении температуры до 25 °С действие препаратов может ухудшаться. Поэтому при обработке этефоном, если стоит жаркая погода, рекомендуется более низкая норма расхода.

Комбинированные препараты. К группе зарегистрированных комбинированных препаратов относится терпал (мепикватхлорид + этефон). Ретардантный эффект от применения терпала тем выше, чем интенсивнее рост стебля в длину в течение 5–7 дней после обработки [1]. Благодаря мепикватхлориду происходит утолщение стенок стебля, а этефон усиливает эффект замедления роста.

В последние годы большое внимание уделяется применению на льне-долгунце новых регуляторов роста растений с целью повышения устойчивости к полеганию. Полегание – одна из главных причин снижения урожайности и качества льнопродукции. Но по этому вопросу имеется крайне мало работ.

Опыты Л.В. Гавриловой [2] указывают, что трехкратная обработка растений льна-долгунца раствором гиббереллина усиливает темпы роста растений, что повлияло на прирост растений в длину. Согласно результатам исследований Ф.М. Реда [9], гиббереллин способствует лучше формированию семян, повышает их массу на 10–16 % по сравнению с контролем, увеличивает выход масла. Под влиянием гиббереллина наблюдается увеличение количества элементарных волокон. В опытах Н.Г. Городного и И.Г. Вывалько [3] отмечено, что под воздействием

гиббереллина увеличивается техническая длина стеблей, повышается содержание волокна в стеблях на 1,5–2,3 %, урожай льносоломой – на 3,1–5,8, семян – на 0,4–0,7 ц/га, наблюдается повышение прочности волокна, содержание жира и белка в семенах льна [6]. Опыты С.М. Маштакова и А.П. Волынца [8] указывают, что гиббереллиновая кислота, применяемая в посевах льна, значительно снимает токсическое действие гербицидов.

В связи с вышеизложенным, проведены исследования оптимизации использования регуляторов роста растений на разных фонах минерального питания льна-долгунца в целях совершенствования технологии его возделывания.

Методика проведения исследований

Исследования проведены в 2011–2013 гг. на опытном поле РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси». Схема опыта включала два фактора: фактор А – регуляторы роста: Це Це Це 750, ВК (хлормекватхлорид, 750 г/л) – 1,0–1,25 л/га; серон, ВР (этефон, 480 г/л) – 1,0–1,5 л/га; моддус, КЭ (тринексапак-этил, 250 г/л) – 0,3–0,6 л/га; терпал, ВР (мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л) – 1,0–1,5 л/га; фактор В – уровень азотного питания: N₀; N₂₀; N₄₀.

Закладку опыта, учеты, наблюдения и анализы проводили по общепринятым методикам [4]. Математическая обработка данных опыта сделана с помощью двухфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [5].

В опыте использовали среднеспелый сорт льна-долгунца Блакит. Вид опыта – мелкоделяночный, общая площадь делянки – 25 м², учетная площадь – 15 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу – средний суглинок, подстилаемый мореной с глубины 0,7–1,0 м. Содержание в пахотном слое гумуса (по Тюрину) – 2,0–3,2 %, подвижного фосфора – 211–245 мг/кг почвы, обменного калия – 215–280 мг/кг почвы, рН_{KCl} – 5,7–5,9.

Предшественник – зерновые культуры. Удобрения внесены под предпосевную культивацию согласно схеме

опыта в виде: N₀ – двойной суперфосфат (P₈₀); N₂₀ – суперфосфат (N₁₉P₈₀); N₄₀ – АФК 6:21:32 (N₁₈P₆₃K₉₆B_{0,5}Zn_{0,8}) + дополнительные N₂₀ внесены в виде подкормки раствором КАС (1:4) в фазе быстрого роста. Калийные удобрения (K₁₀₀ и K₆₀) в виде хлористого калия внесены с осени. Сев проводили сеялкой «Lemken» с нормой высева 22 млн./га всхожих семян.

Уход за посевами проводили согласно отраслевому регламенту по возделыванию льна-долгунца. Регуляторы роста применяли в фазе конец быстрого роста – начало бутонизации согласно схеме опыта.

Опыты убирали в фазе ранне-желтой спелости. С каждого варианта отбирали снопы с последующим терблением, после чего вытербленный лен расстилали в поле тонкой лентой для дальнейшей вылежки.

Результаты исследований и их обсуждение

Основная продуктивная часть льна — это волокнистый стебель. Он содержит примерно от 20 до 30 % волокна, ради которого возделывается эта культура. У льна-долгунца различают общую и техническую длину стебля. Техническая длина – часть стебля наиболее ценная, она дает длинное волокно. Высота стебля — очень важный признак качества, чем выше стебель и чем больше его техническая часть, тем больше длинного волокна содержится в нем.

В результате трехлетних исследований получены данные биометрических показателей льна-долгунца, которые свидетельствуют о том, что во всех вариантах опыта с применением регуляторов роста увеличивается общая длина растений в пределах 2,9–4,8 см и техническая – на 2,3–4,2 см. Лучший результат получен в вариантах с применением препаратов серон (1,0–1,5 л/га) и терпал (1,0–1,5 л/га), который составил в среднем за три года 87,2–88,1 и 87,0–87,3 см, соответственно. По фактору В – дополнительная подкормка посевов азотными удобрениями в дозе 20 кг/га д. в. увеличивала общую длину стебля на 6,3–16,8 см, техническую длину стебля – на 3,8–12,1 см. Максимальная длина стебля получена при применении

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на устойчивость к полеганию и урожай тресты и семян льна-долгунца (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Устойчивость, балл				Урожайность, ц/га							
					тресты				семян			
	доза азота, фактор В											
	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А
Контроль	4,4	4,2	3,8	4,1	32,1	43,3	53,7	43,0	4,5	5,5	4,1	4,7
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	38,0	47,7	59,9	48,5	3,0	4,1	3,7	3,6
Серон (1,0 л/га)	4,8	4,5	4,8	4,7	44,3	54,8	68,6	55,9	5,4	6,6	4,6	5,5
Моддус (0,3 л/га)	4,6	4,4	4,6	4,5	39,5	49,9	63,1	50,8	5,2	6,5	4,7	5,5
Терпал (1,0 л/га)	4,6	4,4	4,6	4,5	36,9	47,5	59,6	48,0	4,7	5,8	4,3	4,9
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	39,2	49,2	62,3	50,2	4,4	5,4	3,8	4,5
Серон (1,5 л/га)	4,7	4,5	4,8	4,7	42,8	53,1	66,9	54,3	6,0	7,4	4,9	6,1
Моддус (0,6 л/га)	4,6	4,4	4,7	4,6	38,1	47,8	59,6	48,5	6,2	7,4	4,8	6,1
Терпал (1,5 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	39,3	48,9	61,6	49,9	4,9	6,1	4,3	5,1
Среднее по фактору В	4,6	4,4	4,6		32,1	43,3	53,7		4,9	6,1	4,4	

НСП ₀₅ А	0,2	0,2–0,5	0,1–0,4
НСП ₀₅ В	0,2	0,2–0,5	0,1–0,4
НСП ₀₅ АВ	0,2	0,2–0,5	0,1–0,2

препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 40 кг/га д. в. – 96,3–98,8 см – общая и 70,9–72,5 см – техническая, соответственно.

Для сельскохозяйственного производства важной проблемой является устойчивость льна-долгунца к полеганию. Анализируя влияние регуляторов роста на устойчивость стеблестоя льна, хочется отметить, что все варианты с применением регуляторов роста превысили контроль. На фоне азотных удобрений до 20 кг/га д. в. все варианты с применением регуляторов превосходят контроль крайне незначительно, на фоне азотных удобрений 40 кг/га д. в. проявляется большее действие регуляторов, что связано с повышенной прочностью механических тканей.

Изучение внутренней структуры стеблей льна-долгунца при применении регуляторов роста в наших исследованиях показало, что в солоmine повышено содержание целлюлозы. Интенсивное ее накопление происходит в период от бутонизации до полной спелости, в этот период регуляторы роста уже внесены. Под их действием происходит относительное повышение содержания в клеточных оболочках клетчатки и пектиновых веществ, что и способствует увеличению плотности древесины и большей устойчивости растений к полеганию. Максимальный результат устойчивости льна (4,8 балла) получен при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га), тогда как в контроле устойчивость составила 3,8 балла (таблица 1).

Анализ урожайных данных показал, что обработка посевов льна регуляторами роста с разным действующим веществом обеспечивает не одинаковый механизм действия на физиологические процессы. Так, применение регуляторов роста увеличило урожай льнотресты на 5,0–12,9 ц/га в сравнении с контрольным вариантом, а внесение дополнительных 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивает урожай тресты на 10,2–12,6 ц/га.

Максимальный урожай семян получен в вариантах с применением препаратов серон (1,0–1,5 л/га) и моддус (0,3–0,6 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д.в. и составил 6,6–7,4 и 6,5–7,4 ц/га, соответственно.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что необходимо применение различных ре-

гуляторов роста при возделывании льна на тресту либо семена.

В наших исследованиях применение регуляторов роста в посевах льна-долгунца обеспечило достоверное повышение урожая льноволокна на фонах минерального питания. Самый высокий урожай льноволокна общего и длинного получен в вариантах с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га): прибавка урожая составила 4,4–9,2 ц/га общего и 4,6–10,0 ц/га длинного волокна (таблица 2). По фактору В – дополнительные 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивают урожай льноволокна на 4,8–6,5 ц/га общего и на 3,9–4,1 ц/га – длинного волокна.

На фоне азотных удобрений 20 и 40 кг/га д. в. существенного влияния на качество длинного льноволокна регуляторы роста не оказали, за исключением препарата серон (1,0–1,5 л/га), который увеличивает номер длинного волокна до 12,0–12,4. Все варианты с применением регуляторов роста на фоне РК, без применения азотных удобрений, достоверно превысили контроль по номеру длинного волокна.

Во время цветения льна-долгунца волокно характеризуется невысоким содержанием лигнина и пектина, что делает его гибким и тонким, но непрочным. После цветения наступает фаза «зеленой спелости», в этот период идет накопление целлюлозы, главного компонента волокна, т. е. наступает техническая спелость льна. Качество волокна во многом определяется такими свойствами, как прочность и гибкость.

Наблюдения показали, что регуляторы роста влияют на гибкость волокна, т. е. делают его более грубым, но более прочным. Под действием регулятора внутри стебля увеличивается накопление не только целлюлозы, но и увеличивается степень лигнификации лубяных клеток, в результате чего волокно грубеет. Изменяется также и структура клеток: элементарные волокна удлиняются, оболочка их сильно утолщается, что обуславливает прочность волокна. По фактору В – необходимо отметить, что каждые дополнительные 20 кг/га д. в. азота увеличивают горстевую длину волокна, которая напрямую зависит от технической длины стебля.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на урожай и качество льноволокна (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Урожайность, ц/га волокна								Номер длинного волокна			
	общего				длинного							
	доза азота, фактор В											
	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А	N ₀	N ₂₀	N ₄₀	средн. по ф. А
Контроль	9,0	13,2	18,1	13,4	6,5	9,9	12,4	9,6	11,5	11,3	11,0	11,3
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	10,9	15,4	21,1	15,8	7,8	11,4	14,7	11,3	12,0	11,7	11,3	11,7
Серон (1,0 л/га)	14,2	19,8	27,3	20,4	11,7	16,8	22,4	17,0	12,7	12,3	11,7	12,2
Моддус (0,3 л/га)	12,0	17,0	23,8	17,6	8,2	12,3	16,6	12,4	12,0	11,1	11,0	11,4
Терпал (1,0 л/га)	11,2	15,9	22,5	16,5	8,8	12,5	16,7	12,7	12,4	11,3	11,3	11,7
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	11,9	16,8	23,5	17,4	8,8	12,6	16,4	12,6	12,7	11,8	11,3	11,9
Серон (1,5 л/га)	13,4	18,7	26,0	19,4	11,1	15,8	21,1	16,0	12,9	12,4	12,0	12,4
Моддус (0,6 л/га)	11,0	15,4	21,3	15,9	7,7	11,1	14,6	11,1	12,0	11,1	11,0	11,4
Терпал (1,5 л/га)	11,9	16,4	23,1	17,1	9,5	13,2	17,2	13,3	12,8	12,1	11,5	12,1
Среднее по фактору В	11,7	16,5	23,0		8,9	12,8	16,9		12,3	11,7	11,3	

НСР ₀₅ А	0,2–0,4	0,2–0,7
НСР ₀₅ В	0,2–0,5	0,2–0,7
НСР ₀₅ АВ	0,1–0,2	0,1–2,1

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения регуляторов роста на фоне различных доз азотных удобрений в технологии возделывания льна-долгунца (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Чистый доход, тыс. руб./га						Рентабельность, %					
	доза азота, фактор В											
	N ₀		N ₂₀		N ₄₀		N ₀		N ₂₀		N ₄₀	
	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена
Контроль	900	972	3370	2065	4005	1497	12,7	30,7	45,7	69,0	43,0	65,8
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	2192	578	5132	1444	4543	1366	25,4	26,5	60,6	62,0	44,1	67,0
Серон (1,0 л/га)	3983	1597	6891	2709	5782	1822	46,1	47,4	79,0	80,5	51,5	75,6
Моддус (0,3 л/га)	3224	1400	4262	2598	5152	1822	40,1	41,4	52,5	76,8	49,1	72,8
Терпал (1,0 л/га)	2660	1122	5531	2207	4587	1603	33,8	35,0	69,1	70,6	45,0	68,1
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	2971	1102	5777	2072	4860	1429	36,2	37,4	70,1	71,6	45,9	69,1
Серон (1,5 л/га)	3903	1799	6769	3078	5588	1929	47,0	48,3	80,9	82,5	50,8	74,8
Моддус (0,6 л/га)	1835	1739	4124	2978	4602	1793	24,1	43,9	53,3	77,8	45,2	68,3
Терпал (1,5 л/га)	3001	1236	5759	2348	4742	1603	36,6	37,8	70,4	71,9	45,0	68,1

Нашими исследованиями установлено, что применение регуляторов роста оказывает действие на физиологические процессы растений льна, в частности на скорость прохождения фаз его развития. Так, в контроле зафиксирована фаза бутонизации – начало цветения, в то время как в вариантах с применением регуляторов роста посевы льна находились в фазе полного цветения. Однако во всех вариантах с применением регуляторов задерживается период наступления фазы ранне-желтой спелости, которая зафиксирована в следующей последовательности: контроль, моддус, Це Це Це 750, терпал, серон. Таким образом, применение регуляторов роста удлиняет период вегетации (в среднем за 2011–2013 гг. – на 5–10 дней).

Использование регуляторов роста и минеральных удобрений в посевах льна-долгунца сопровождается увеличением затрат, связанных с их применением. Однако за счет реализации дополнительной продукции эти затраты компенсируются. Поэтому преимущество изучаемого варианта можно выявить по результатам расчета экономической эффективности, основными показателями которой являются величина чистого дохода и рентабельность.

Расчеты проводили в соответствии с оптимальными ценами на минеральные удобрения и химические средства, а также закупочными ценами на льнопродукцию по состоянию на 01.01.2014 г. Общую сумму затрат определяли по технологическим картам возделывания и уборки льна-долгунца.

Согласно данным, представленным в таблице 3, применение минеральных удобрений и регуляторов роста под лен-долгунец экономически оправдано. Более высокий чистый доход с гектара и уровень рентабельности обеспечил вариант с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д. в. при возделывании на семена и на волокно. Чистый доход с 1 га составил 3902,7–6891,0 тыс. руб. от полученной тресты и 1596,8–3078,0 тыс. руб. – семян.

Таким образом, рациональное применение под лен-долгунец новых регуляторов роста растений способствует существенному росту рентабельности льноводческой отрасли и обеспечивает получение устойчивого чистого дохода с каждого гектара посева.

Выводы

1. Применение регуляторов роста повышает устойчивость стеблестоя льна-долгунца к полеганию, что связано с повышением прочности механических тканей.
2. Применение регуляторов роста увеличивает урожай

льнотресты на 5,0–12,9 ц/га, урожай льноволокна общего на 1,9–9,2 ц/га и 1,2–10,0 ц/га – длинного.

3. Максимальный результат по всем показателям получен при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га): устойчивость льна к полеганию – 4,8 балла, урожай семян – 6,6–7,4 ц/га, урожай льнотресты – 66,9–68,6 ц/га, урожай льноволокна – 13,4–27,3 ц/га общего и 11,1–22,4 ц/га – длинного.
4. Внесение каждые дополнительных 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивает урожай тресты на 10,2–12,6 ц/га, урожай льноволокна общего – на 4,8–6,5 ц/га, длинного – на 3,9–4,1 ц/га.
5. Для производства семян оптимальным уровнем азотных удобрений является 20 кг/га д. в.
6. Применение регуляторов роста удлиняет период вегетации в среднем на 5–10 дней.
7. Самый высокий чистый доход с гектара обеспечил вариант с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д. в., что составило 3902,7–6891,0 тыс. руб. от полученной тресты и 1596,8–3078,0 тыс. руб. – семян.

Литература

1. Бруй, И.Г. Морфорегуляторы на зерновых колосовых // И.Г. Бруй // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №9. – С. 49–56.
2. Гаврилова, Л.В. К вопросу о действии бора и гиббереллина на лен: ученые записки / Л. В. Гаврилова // Кировск. с.-х. ин-т.; сост.: Л.В. Гаврилова. – М., 1966. – Вып. 22. – 50 с.
3. Городний, Н.Г. Влияние гиббереллина на рост и продуктивность льна-долгунца / Н.Г. Городний, И.Г. Вывалько // Физиология растений. – Вып. 2. – М., 1964. – С. 1078–1080.
4. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Б.С. Долгов [и др.]; под ред. Б.С. Долгова. – ВНИИ льна.: Торжок, 1978. – 71 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
6. Ковалев, В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая / В.М. Ковалев. – М., 1997. – 283 с.
7. Агрохимическое обоснование энергосберегающих приемов повышения урожайности и качества льна-долгунца в Беларуси: монография / С.П. Кукреш [и др.]; под ред. С.П. Кукреша. – Горки: БГСХА, 2002. – 168 с.
8. Маштаков, С.М. О взаимодействии гибберелиновой кислоты и производных феноксиуксусной кислоты в растениях льна-долгунца / С.М. Маштаков, А.П. Волюнец // Докл. АН БССР. – Минск., 1963. – Вып. 7. – С. 266–269.
9. Реда, Ф.М. Влияние микроэлементов и гиббереллина на некоторые физиолого-биохимические процессы, качество волокна и биосинтез масла в растениях льна: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ф.М. Реда; Укр. с.-х. ин-т. – Киев, 1963. – 23 с.
10. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск., 2000. – 421 с.
11. Kefeli V. Natural growth inhibitors and phytormones / V. Kefeli. – Hague: Junh Publ., 1978. – P. 141–144.