

The use of an organomineral fertilizer system contributed to obtaining the highest yield of the green mass of corn, the dry matter content, as well as the highest content of nitrogen and crude protein in it among all the fertilizer systems used. When applying 60 tons of manure + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ and 60 tons/ha of manure + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + MicroStim- Zinc, the yield of green mass was 697 and 737 kg/ha. The maximum amount of dry matter was obtained in the variant using manure + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + microstim zinc (the sweeping phase is 126.33 c/ha, the milky-wax ripeness phase is 204,66 c/ha), which ensured the maximum yield of the green mass. The maximum content of nitrogen (1,79 %) and crude protein (11,23 %) was in the variant with the use of manure against the background of $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} . The specific nitrogen removal was maximal in the variants of the manure-mineral fertilizer system (Manure 60 t/ha + $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} and Manure 60 t/ha + $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} + MicroStim-Zinc (75 g/ha Zn) and amounted to 4,5 and 4,7 kg/10 c.

The specific removal of nitrogen, phosphorus and potassium was lower in the version without the use of fertilizers. For phosphorus, the specific removal in the fertilized variants was quite stable and fluctuated within insignificant limits. The maximum specific removal of copper and zinc was in the variant with the use of foliar fertilization with micro-fertilization of MicroStim-Zinc, Copper and amounted to 4,7 and 25,4 g/10 c, respectively.

Поступила 09.11.21

УДК 631.8:633.521

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БИОПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Ю. С. Корнейкова, И. Р. Вильдфлуш

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Лён масличный – скороспелая яровая масличная культура, нетипичная для почвенно-климатических условий Республики Беларусь. В связи с глобальным изменением климата, благодаря высокой экологической пластичности лён масличный стал продвигаться на север, расширяя свой ареал возделывания.

Значение этой культуры огромно. Масличный лён является ценной сельскохозяйственной культурой комплексного использования, возделываемой в основном для получения масла, которое может широко использоваться как для пищевого, так и технического назначения. Анализ литературных источников показывает, что урожайность семян льна масличного при благоприятных почвенно-климатических условиях может достигать до 28 ц/га, а содержание масла в них – 42 % и выше [1].

Известно, что для получения максимальной урожайности семян льна масличного в различные по степени увлажнения годы дозы азота, в зависимости от гранулометрического состава почв и обеспеченности их фосфором и калием, должны находиться в пределах от 30 до 120 кг/га [2].

В льняном масле содержится до 20 % линолевой и 60 % линоленовой незаменимых жирных кислот [3]. Также большую ценность представляет солома льна масличного. Из стеблей льна, содержащих 12–18 % волокна, изготавливают грубые ткани, мешковину, брезент и теплоизоляционные материалы.

Развитие производства льна масличного в республике ставит перед сельскохозяйственной наукой и практикой задачу совершенствования приемов его выращивания и переработки. Резервом повышения урожайности и качества льнопродукции является более полное использование природных факторов, разработка ресурсосберегающих и экологически обоснованных агрохимических приемов, создающих оптимальные условия для роста и развития льна масличного [4].

Очень важно научиться управлять продуктивностью растений и качеством растениеводческой продукции, обеспечивая оптимальные условия питания растений на протяжении вегетационного периода за счет научно обоснованного внесения удобрений и других средств химизации.

Одним из путей решения этой задачи является частичная (а в отдельных случаях и полная) замена традиционных минеральных удобрений на «микробные» (биологические) препараты, способные за счет микроорганизмов обеспечивать питание растений азотом и фосфором, улучшать их развитие, оказывать фитосанитарное действие, повышать урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [5]. Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур, по мнению ряда ученых [6, 7], является применение регуляторов роста растений класса brassиностероидов. Разработаны различные способы применения эпина и гомобрассинолида, повышающие продуктивность льна-долгунца. На льне же масличном в полевых опытах brassиностероиды изучены недостаточно. Это обуславливает актуальность проводимых нами исследований.

При совместном применении с традиционными пестицидами они повышают их эффективность, что позволяет снизить нормы расхода последних и кратность обработок ими. Все это, вместе взятое, дает как экономический, так и социальный эффект [8].

Большая роль в обеспечении растений азотом принадлежит микроорганизмам. Установлено, что до 70 % азота, поступающего за счет биологической азотфиксации в целом, приходится на долю ассоциативной азотфиксации [9]. Установлено, что активными ассоциативными азотфиксаторами являются более 60 видов бактерий, принадлежащих к 12 семействам [10]. Опыты, проведенные на дерново-подзолистых почвах с различными сельскохозяйственными культурами, показали, что суммарная продуктивность азотфиксации за вегетационный период может достигать 40–55 кг/га и более [9]. В отличие от азота дорогостоящих минеральных удобрений, который экологически небезопасен и усваивается наполовину, биологический азот достается растениям почти даром и экологически безвреден [10].

Одним из реальных путей дополнительного снабжения растений фосфором является микробиологическая фосфатмобилизация. В результате нее из труднорастворимых фосфатов высвобождается от 10 до 40 % доступного фосфора [11].

Однако реальное значение микробиологическая фосфатмобилизация может иметь только в пределах ризосферной зоны, и эффективность практического использования фосфатмобилизующих микроорганизмов в значительной степени зависит от их способности заселять ризосферу культурных растений [12].

В последние годы успешно применяют совместную инокуляцию семян различных культур препаратами азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий, что позволяет улучшить азотное и фосфорное питание растений и снизить дозы вносимых минеральных удобрений. К таким комплексным препаратам относится бинарный микробный инокулянт биолиnum.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2008–2010 гг. на опытном поле «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м, характеризующаяся близкой к нейтральной реакципочвенной среды (рН – 6,0–6,3); повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (164–168 мг/кг почвы) и средней – подвижным калием (172–178 мг/кг почвы); средним содержанием гумуса (1,68–1,73 %); низким содержанием бора (0,24–0,26 мг/кг) и цинка (2,65–2,83 мг/кг).

Повторность в опыте – четырехкратная. Общая площадь делянки – 28,8 м², учетная – 24,5 м². Предшественник – яровые зерновые. Исследуемый сорт льна масличного – Брестский (позднеспелый, селекции Института льна НАН Беларуси). Посев льна проводили в первой декаде мая с нормой высева семян 10 млн/га всхожих семян. Агротехника в опыте – общепринятая для условий Могилевской области. Сев осуществляли сеялкой СТВ-1,7. Минеральные удобрения вносили вручную вразброс под предпосевную культивацию на глубину 10–12 см. В качестве минеральных удобрений для основного внесения применялись карбамид, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий. Урожай учитывали сплошным поделяночным способом. Урожайность льносемян приведена к стандартной влажности 12 %. Качество льносолумы определяли инструментальным методом [12] на Горецком льнозаводе. Усвояемый азот в почве определяли по методу Семененко [13], содержание фосфора и калия – по Кирсанову [14], жир в семенах – методом инфракрасной спектроскопии с использованием компьютеризованной аналитической системы PS Co/ISI IBM – PC 4250.

Данные опытов обработаны на ПЭВМ дисперсионным методом анализа по Доспехову [15].

Из росторегуляторов в опытах использовали эпин и гомобрассинолид, синтезированные в ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».

Эпин – препарат на основе эпибрассинолида, который относится к недавно открытому классу природных фитогормонов – брассиностероидам. Он является биорегулятором роста и развития растений, антистрессовым адаптогеном, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (погодные условия, болезни, ядохимикаты и т. п.). Эпин взаимодействует с компонентами гормональной системы растений, регулирует синтез и активность эндогенных ауксинов, цитокининов и абсцизовой кислоты, повышает активность

фотосинтеза. Его регуляторная роль проявляется в растениях в процессе роста, фотосинтеза, белкового обмена, поступления ионов и других сторон обмена веществ. Очень важным свойством эпина является способность положительно влиять на элементы продуктивности растений, что приводит к существенному повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур [7].

Гомобрассинолид, обладая полифункциональным действием, существенно влияет на регуляцию процессов фотосинтеза, белоксинтезирующей системы. Данный препарат характеризуется фунгицидными свойствами в отношении ряда заболеваний, вызванных грибами, бактериями и вирусами [7].

Предпосевную обработку семян регуляторами роста проводили полусухим методом, основой служил 0,5%-й раствор крахмального геля. На 1 т семян льна расход воды составлял 5 л. Концентрация эпи- и гомобрассинолида в растворе – $1 \cdot 10^{-5}$ % [3]. Дозы брассиностероидов, вносимых по вегетирующим растениям – 20 мг/га д. в. Опрыскивание эпином и гомобрассинолидом совместно с гербицидами осуществляли поделяночно ранцевым опрыскивателем ОП-10 по вегетирующим растениям в фазу «елочки» согласно схеме опыта. Из гербицидов использовали агритокс (0,6 л/га) + хармони (10 г/га).

Исследуемые бактериальные инокулянты изготовлены в Институте микробиологии НАН Беларуси. Диазотрофный препарат ризобактерин – разработан на основе ассоциативного азотфиксатора *Enterobacter* Sh. 54, титр 2–2,5 млрд/мл жизнеспособных клеток. Обладает множественным эффектом (фиксация атмосферного азота, биосинтез ИУК, росторегуляция, подавление жизнедеятельности корневых патогенов и др.) [10].

Фитостимифос – *Enterobacter* Sh. 27, *Flavoobaacterium* sp. 25, титр 6–10 млрд/мл жизнеспособных клеток – ростостимулирующий биопрепарат, осуществляющий микробиологическую трансформацию труднорастворимых фосфатов почвы и удобрений в доступную растениям форму. Ризобактерин и фитостимифос способны колонизировать корни небобовых культур, образуя тесную ассоциацию.

Бинарный микробный инокулянт биолиnum, полученный на основе *Enterobacter* sp. Э10 и *Pseudomonas* sp. Ф₃. Основные функциональные свойства этого препарата – нитрогеназная, фосфатмобилизующая, ростостимулирующая активности и антимикробный эффект на льне [16].

Предпосевную монобактериальную и смешанную (бинарную) обработку семян льна проводили бактериальными суспензиями диазотрофных и фосфатмобилизующих препаратов непосредственно перед севом, исходя из расчета: 200 мл инокулянта на гектарную норму семян.

Погодные условия в годы исследований характеризовались разнообразием как по условиям увлажнения, так и по температуре. Так, в 2008–2009 гг. метеорологические условия были близкими к среднемноголетним показателям; 2010 г. отличался повышенной температурой воздуха и недостаточным количеством атмосферных осадков, в то же время, запасы продуктивной влаги для льна в мае–июле были оптимальными.

Целью исследований – изучение влияния минеральных удобрений, регуляторов роста и бактериальных инокулянтов на содержание усвояемых форм азота и подвижных соединений фосфора в ризосферной зоне льна масличного пахотного слоя почвы по фазам развития растений, урожайность и качество льнопродукции.

Исследования велись по трем направлениям: 1 – установление оптимального уровня минерального питания растений масличного льна; 2 – определение результативности применения эпина и гомобрассинолида для обработки семян и посевов льна; 3 – определение влияния обработки семян льна ризобактерином, фитостимифосом и биолинумом на развитие, продуктивность и качество соломы и семян льнама сличного.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным исследований, выявлено, что максимальное содержание усвояемых форм азота во всех вариантах опыта отмечено в фазу бутонизации льна масличного, а в фазу цветения оно существенно снижалось. Установлена тенденция к увеличению содержания усвояемого азота в ризосферной зоне пахотного горизонта с повышением доз азота в составе полного минерального удобрения во все периоды роста и развития растений. Предпосевная инокуляция семян ризобактерином способствовала достоверному увеличению содержания усвояемого азота в ризосферной зоне пахотного слоя почвы как на фоне РК, так и NPK удобрений. Использование бинарной ассоциации (ризобактерин + фитостимифос) также приводило к существенному повышению этого показателя (табл. 1).

Таблица 1

Действие минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов на содержание усвояемых форм азота в ризосфере льна масличного

Вариант	Содержание азота, мг/кг											
	интенсивный рост				бутонизация				цветение			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø
Контроль (без удобрений)	20,1	19,4	16,1	18,5	42,6	38,8	27,6	36,3	17,1	16,3	13,8	15,7
Контроль + ризобактерин	33,2	31,2	28,3	30,9	65,3	60,1	54,6	60,0	26,6	25,6	24,1	25,4
Контроль + фитостимифос	26,4	27,9	25,4	26,6	53,9	39,4	34,9	42,7	20,8	18,6	16,9	18,8
Контроль + ризобактерин + фитостимифос	44,9	40,3	37,1	40,8	62,8	58,7	55,2	58,9	28,4	26,2	24,0	26,2
Контроль + биолиnum	48,1	49,2	46,6	48,0	74,4	60,3	56,8	63,8	31,8	28,4	26,1	28,8
P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	41,1	39,6	36,3	39,0	62,0	58,4	54,9	58,4	29,3	27,0	24,7	27,0
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀	42,8	40,8	37,9	40,5	64,3	58,3	54,7	59,1	31,4	29,3	27,0	29,2
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	53,6	52,4	48,9	51,6	75,2	72,2	67,9	71,8	38,5	33,7	31,4	34,5
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + фитостимифос	51,4	47,9	45,0	48,1	72,5	57,7	53,4	61,2	35,1	29,8	27,6	30,8
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + ризобактерин + фитостимифос	62,3	55,8	52,6	56,9	82,6	77,6	74,1	78,1	43,2	40,3	38,2	40,6
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + биолиnum	68,5	68,1	65,3	67,3	84,2	79,6	75,4	79,7	45,8	41,4	38,9	42,0
НСР ₀₅	1,86	0,6	1,73		2,07	1,04	1,95		1,05	1,48	1,50	

В среднем за три года исследований самое высокое содержание усвояемых форм азота в ризосферной зоне пахотного слоя почвы отмечено в варианте с применением на льне масличном бинарного микробного препарата биолиnum на фоне $N_{45}P_{30}K_{90}$ в (фазу бутонизации – 79,7 мг/кг почвы).

Анализируя данные исследований о влиянии бактериальных инокулянтов и удобрений на содержание подвижных соединений фосфора в ризосфере льна масличного, необходимо отметить, что изучаемые приемы оказали существенное влияние на изменение данного показателя (табл. 2). Так, при внесении минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{90}$, содержание подвижных соединений фосфора в ризосферной зоне пахотного горизонта почвы увеличивалось в течение вегетации на 15–32, в дозе $N_{45}P_{30}K_{90}$ – на 15–28 мг/кг по сравнению с неудобренным вариантом. Применение бинарного микробного препарата биолиnum на фоне полного минерального питания $N_{45}P_{30}K_{90}$ повысило содержание подвижных форм фосфора в фазу интенсивного роста на 38 мг/кг; бутонизации – 36 мг/кг; цветение – 25 мг/кг, а смеси бактериальных препаратов (ризобактерин + фитостимифос) – на 32 мг/кг; 29 мг/кг; 21 мг/кг в сравнении с контролем.

Таблица 2

Действие минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов на содержание подвижных форм фосфора в ризосфере льна масличного

Вариант	Содержание подвижного фосфора, мг/кг											
	интенсивный рост				бутонизация				цветение			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø
Контроль (без удобрений)	164	157	152	158	152	148	132	144	142	138	124	135
Контроль + ризобактерин	166	159	143	156	158	152	134	148	143	137	120	133
Контроль + фитостимифос	188	180	168	179	174	168	149	164	156	150	137	148
Контроль + ризобактерин + фитостимифос	190	184	169	181	179	173	153	168	161	155	143	153
Контроль + биолиnum	195	187	176	186	180	174	161	172	162	155	143	153
$P_{60}K_{90}$ + ризобактерин	196	185	176	186	178	172	153	168	160	153	139	151
$N_{45}P_{30}K_{90}$	192	184	174	183	180	174	158	171	157	151	142	150
$N_{45}P_{60}K_{90}$ + ризобактерин	198	187	179	188	179	173	155	169	163	156	145	155
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос	195	186	174	185	175	169	153	166	160	154	141	152
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + ризобактерин + фитостимифос	202	192	175	190	181	176	163	173	164	158	146	156
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + биолиnum	206	197	184	196	185	179	175	180	169	159	153	160
$НСР_{05}$	2,25	2,03	1,87		2,24	2,15	2,04		2,11	2,12	1,85	

Достоверное влияние на увеличение содержания подвижных соединений фосфора в ризосферной зоне пахотного горизонта оказала инокуляция семян льна

масличного фитостимифосом и проявилось это, в большей степени, на фоне внесения небольших доз фосфорных минеральных удобрений (P₃₀).

Урожайность льна масличного в исследованиях зависела от гидротермических условий возделывания, обеспеченности почвы доступными элементами питания, вносимых минеральных удобрений и физиологически активных веществ. При определении эффективности регуляторов роста растений, бактериальных инокулянтов большое значение имеет оценка показателей урожайности и качества получаемой продукции.

Исследования показали, что оптимальной дозой минеральных удобрений для льна масличного сорта Брестский является N₆₀P₆₀K₉₀, обеспечившая получение в среднем за три года 16,0 ц/га семян при их масличности 49,6 % (табл. 3). Брассиностероиды достоверно повышали урожайность основной продукции. Так, при внесении эпина на фоне полного минерального питания семенная продуктивность составила 15,7–16,7 ц/га. Использование для регуляции роста и развития растений гомобрассинолида урожайность семян повысилась до 17,2 ц/га. При этом содержание жира в семенах льна изменялось в пределах 49,8–50,1 %. Максимальная урожайность льносемян получена при внесении брассиностероидов в два приема: с семенами (инкрустирование) и обработке посевов в фазу «елочки» баковой смесью росторегуляторов и гербицидов на фоне полного минерального питания в дозе N₄₅P₆₀K₉₀. Эффект, полученный от брассиностероидов, можно приравнять к действию 30 кг/га минерального азота. Выход жира зависел от урожайности и масличности льносемян и был самым высоким (8,62 ц/га) при внесении под лен на фоне N₄₅P₆₀K₉₀ гомобрассинолида в 2 приема.

Таблица 3

Урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от вносимых минеральных удобрений, регуляторов роста растений и бактериальных инокулянтов

Вариант	Урожайность семян, ц/га				Масличность, %				Выход жира, ц/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø
Контроль (без удобрений)	9,5	10,2	7,8	9,2	46,5	47,3	46,3	46,7	4,42	4,82	3,61	4,28
P ₆₀ K ₉₀	11,8	13,2	10,4	11,8	48,0	49,2	48,1	48,4	5,66	6,49	5,00	5,72
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	13,5	17,7	12,1	14,4	49,3	49,4	48,5	49,0	6,65	8,74	5,87	7,09
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	13,8	18,4	12,7	15,0	49,4	50,0	48,9	49,4	6,82	9,20	6,21	7,41
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	15,2	19,6	13,2	16,0	49,4	50,4	49,2	49,6	7,51	9,88	6,49	7,96
N ₇₅ P ₉₀ K ₁₂₀	14,3	18,9	13,6	15,6	49,6	50,3	49,2	49,7	7,09	9,51	6,69	7,76
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + эпин с семенами	14,1	19	14,1	15,7	49,4	50,9	49,0	49,8	6,96	9,67	6,91	7,85
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + эпин + гербицид в начале фазы «елочки»	14,4	18,9	14,8	16,0	49,1	50,4	49,4	49,6	7,07	9,52	7,31	8,20

Вариант	Урожайность семян, ц/га				Масличность, %				Выход жира, ц/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + эпин с семенами + эпин + гербицид (начало фазы «елочки»)	14,8	19	16,2	16,7	49,4	50,3	49,5	49,7	7,31	9,56	8,02	8,30
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобраССИНОЛИД с семенами	14,3	18,4	14,4	15,7	49,8	50,1	49,1	49,7	7,12	9,22	7,07	7,80
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобраССИНОЛИД + гербицид (начало фазы «елочки»)	14,7	18,9	15,1	16,2	49,5	50,6	49,4	49,8	7,28	9,56	7,46	8,10
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобраССИНОЛИД с семенами + гомобраССИНОЛИД + гербицид (начало фазы «елочки»)	15,4	19,8	16,5	17,2	49,9	50,9	49,6	50,1	7,68	10,01	8,18	8,62
Контроль + ризобактерин	12,1	13,7	12,0	12,6	46,9	47,6	46,6	47,0	5,67	6,52	5,59	5,93
Контроль + фитостимифос	11,7	12,8	11,4	12,0	46,7	47,3	46,3	46,8	5,46	6,05	5,28	5,61
Контроль + ризобактерин + фитостимифос	12,5	13,8	12,8	13,0	48,8	49,6	48,4	48,9	6,10	6,84	6,20	6,36
Контроль + биолитинум	13,2	14,5	13,6	13,8	49	49,8	48,9	49,2	6,47	7,22	6,65	6,79
P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	14,2	15,0	14,3	14,5	49,1	49,8	49	49,3	6,97	7,47	7,01	7,15
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀	13,7	15,0	13,7	14,1	49,5	49,9	49,2	49,5	6,78	7,49	6,74	6,98
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	15,8	17,1	16,2	16,4	50	50,7	49,8	50,2	7,90	8,67	8,07	8,23
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + фитостимифос	14,2	17,3	16,0	15,8	50,1	50,8	49,8	50,2	7,11	8,79	7,97	7,94
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + ризобактерин + фитостимифос	16,2	18,8	17,1	17,4	50,1	50,9	49,9	50,3	8,12	9,57	8,53	8,75
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + биолитинум	16,4	19,1	17,3	17,6	50,9	51,2	50,3	50,8	8,35	9,78	8,70	8,94
HCP ₀₅	0,39	0,41	0,36		0,91	0,62	0,80					

В опытах урожайность семян льна определялась уровнем применения минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов. Действие ризобактерина было эквивалентно 15–30 кг/га минерального азота, а эффективность фитостимифоса

обеспечила прибавки семян льна масличного равные влиянию 30 кг/га P_2O_5 . Наибольшая урожайность семян была получена при совместном применении минеральных удобрений под лен, обработанный diaзотрофными и фосфатмобилизующими инокулянтами (ризобактерин + фитостимифос и биоплинум) и составила 17,4–17,6 ц/га.

Основное запасное вещество семени льна масличного – жир. Колебание его количества очень широкое, что зависит от сортовых особенностей и условий произрастания. В наших исследованиях в среднем за 3 года содержание жира в семени льна изменялось в пределах 46,7–50,8 %. Лучшие показатели масличности семян обеспечило выращивание льна на фоне совместного использования минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов. Важным показателем является не только относительное содержание запасных веществ, но и их выход в расчете на единицу площади (га). Так, при практически одинаковом относительном содержании жира в семенах льна, общий его сбор оказался выше при использовании diaзотрофных, фосфатмобилизующих микроорганизмов и минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{30}K_{90}$ и составил 8,75–8,94 ц/га в среднем за годы исследований. Самый высокий выход жира с гектара отмечен при использовании на льне масличном бинарного микробного препарата биоплинум на фоне полного минерального питания.

В среднем за три года исследований урожайность льносоломы составила 30,2–42,3 ц/га. Средний номер тресты на лучших вариантах опыта по годам 0,75–1,00. Наиболее эффективными условиями питания, обеспечившими получение более высоких показателей побочной продукции, оказались совместное применение минеральных удобрений с brassinостероидами, вносимыми с семенами (инкрустование), и при обработке посевов в фазу «елочки» (табл. 4).

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений, регуляторов роста растений и бактериальных инокулянтов на урожайность и качество побочной продукции льна масличного

Вариант	Урожайность соломы, ц/га				Средний номер льнотресты		
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Контроль (без удобрений)	31,2	34,2	29,5	31,6	0,5	0,5	0,5
$P_{60}K_{90}$	34,0	37,8	32,7	34,8	0,5	0,5	0,5
$N_{30}P_{60}K_{90}$	36,0	41,8	34,4	37,4	0,5	0,75	0,5
$N_{45}P_{60}K_{90}$	38,2	40,6	34,7	37,8	0,5	0,75	0,5
$N_{60}P_{60}K_{90}$	42,6	42,6	35,2	40,1	0,75	0,75	0,5
$N_{75}P_{90}K_{120}$	41,3	42,7	35,9	40,0	0,75	0,75	0,5
$N_{45}P_{60}K_{90}$ + эпин с семенами	41,4	41,6	39,6	40,9	0,75	0,75	0,5
$N_{45}P_{60}K_{90}$ + эпин + гербицид в начале фазы «елочки»	39,5	43,2	38,4	40,4	0,5	1,0	0,5
$N_{45}P_{60}K_{90}$ + эпин с семенами + эпин + гербицид (начало фазы «елочки»)	39,0	48,2	38,0	41,7	0,5	1,0	0,5

Вариант	Урожайность соломы, ц/га				Средний номер льнотресты		
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобрассинолид с семенами	40,7	41,0	39,2	40,3	0,75	0,75	0,5
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобрассинолид + гербицид (начало фазы «елочки»)	41,3	44,0	39,5	41,6	0,75	1,0	0,75
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + гомобрассинолид с семенами + гомобрассинолид + гербицид (начало фазы «елочки»)	42,9	43,0	40,9	42,3	1,0	1,0	0,75
Контроль + ризобактерин	34,4	34,6	22,0	30,3	0,50	0,75	0,50
Контроль + фитостимифос	33,8	34,0	22,7	30,2	0,50	0,75	0,50
Контроль + ризобактерин + фитостимифос	34,9	35,1	25,7	31,9	0,75	0,75	0,50
Контроль + биолиnum	37,7	37,9	26,6	34,1	0,75	0,75	0,50
P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	39,4	39,9	30,3	36,5	0,75	0,75	0,50
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀	38,2	38,5	27,2	34,6	0,50	0,75	0,50
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ризобактерин	42,5	42,9	30,6	38,7	0,75	0,75	0,75
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + фитостимифос	39,4	39,6	34,1	37,7	0,75	0,75	0,75
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + ризобактерин + фитостимифос	43,2	43,4	34,1	40,2	1,00	1,00	0,75
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + биолиnum	43,9	43,9	38,7	42,2	1,00	1,00	0,75
НСР ₀₅	1,38	2,22	1,83				

Подтверждена совместимость эпина и гомобрассинолида в баковых смесях с гербицидами агритокс (0,6 л/га) + хармони (10 г/га).

Урожайность соломы в зависимости от изучаемых бактериальных инокулянтов изменялась в таких же закономерностях как и семян. А ее номерность в годы исследований (0,75–1,00 на лучших вариантах опыта) указывает на то, что солома льна масличного пригодна для использования на технические цели.

ВЫВОДЫ

В полевых исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Республики Беларусь, установлена возможность возделывания льна масличного сорта Брестский для двухстороннего использования: на семена и солому, пригодную для технических целей.

Наиболее оптимальной дозой минерального питания для данного сорта оказалась N₆₀P₆₀K₉₀, обеспечившая в среднем за годы исследований 16,0 ц/га семян при их масличности 49,6 %, а также 40,1 ц/га льносоломы средним номером 0,67 ед.

Наиболее эффективным оказалось использование brassinosteroidов (эпина и гомобрассинолида) в два приема: с семенами при их инкрустировании и опрыскивании посевов в фазу «елочки» на фоне полного минерального удобрения в дозе N₄₅P₆₀K₉₀. При этом, урожайность семян составила 16,7–17,2 ц/га с со-

держанием в них масла – 49,7–50,1 %; урожайность соломы – 41,7–42,3 ц/га при среднем номере 0,5 и 0,75 ед.

Установлено, что применение ризобактерина и фитостимифоса позволяет снизить дозы минерального азота на 15 кг/га, дозы P_2O_5 – на 30 кг/га и более без снижения урожайных и качественных показателей льнопродукции. Отмечена высокая эффективность инокуляции семян льна бинарным микробным препаратом биолинум на фоне полного минерального питания ($N_{45}P_{30}K_{90}$). При таком уровне питания в опытах получено в среднем за три года 17,6 ц/га семян с содержанием в них жира 50,8 % и 42,2 ц/га и средним номером 0,92.

Самый высокий выход жира с гектара отмечен при использовании на льне масляным микробного препарата биолинум на фоне полного минерального питания, что составило в среднем за три года 8,94 га.

Подтверждена совместимость эпина и гомобрассинолида в баковых смесях с гербицидами агритокс (0,6 л/га) + хармони (10 г/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Welch, R. W.* A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops // J.Sci. Food Agr. – 1977. – Vol. 28, № 4. – P. 635–638.

2. *Суховицкая, Л. А.* Ризобияльные и фосфатмобилизующие инокулянты: выживаемость и курентоспособность в почвах двухкомпонентных агрофитоценозов / Л. А. Суховицкая, Г. М. Клышко // Современные проблемы использования почв. ресурсов и повышения их производит. способности: материалы Междунар. науч.-произ. конф. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 1997. – С. 184–185.

3. *Стеблинин, А. Н.* Продовольственное значение семян льна / А. Н. Стеблинин, В. П. Козлов // Аграр. наука. – 2001. – № 12. – С. 10–12.

4. *Богук, А. М.* Технология производства льна-долгунца в Беларуси / А. М. Богук, Д. Моррисон. – Жодино: БелНИИЗК, 1995. – 6 с.

5. *Михайловская, Н. А.* Диазотрофная бактериализация как перспективный биотехнологический прием при возделывании ячменя / Н. А. Михайловская, Н. Д. Волкова // Экологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. конф. – Харьков, 1999. – С. 351–352.

6. *Чайлахян, Л. А.* Регуляторы роста в жизни растений и в практике сельского хозяйства / Л. А. Чайлахян // Вестник АН СССР. – 1982. – № 1. – С. 11–26.

7. *Брассиностероиды* / В. А. Хрипач [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1993. – С. 287.

8. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – № 1. – С. 3.

9. *Умаров, М. М.* Ассоциативная азотфиксация / М. М. Умаров. – М.: Наука, 1986. – 131 с.

10. Применение диазотрофных и фосфатмобилизующих бактериальных препаратов при возделывании основных сельскохозяйственных культур: рекомендации / сост. Т. Ф. Персикова [и др.] – Горки: БГСХА, 2003. – 28 с.

11. *Смеян, Н. И.* Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры / Н. И. Смеян. – Минск: Ураджай, 1980. – 174 с.

12. Справочник льновода / Н. Г. Коренский [и др.]; под ред. А. М. Старовойтова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1987. – 240 с.

13. Семененко, Н. Н. Азот в земледелии Беларуси / Н. Н. Семененко, Н. В. Невмержицкий; под ред. Н. Н. Семененко. – Минск: Ураджай, 1997. – 193 с.

14. Практикум по агрохимии / сост. И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: Ураджай, 1998. – 269 с.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

16. Суховицкая, Л. А. Функциональные свойства бактериальных компонентов нового микробного препарата Биолиnumпод культуру льна-долгунца / Л. А. Суховицкая, С. В. Мохова, Н. В. Мельникова // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: Тезисы Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образ. Института земледелия, 29 июня 2007 г., г. Жодино / РУП «Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 270–272.

INFLUENCE OF COMPLEX APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS, REGULATORS OF HEIGHT AND BIOLOGICS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FLAX OILY ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

Y. S. Korneikova, I. R. Vildflush

Summary

The article presents the results of studies for an average of three years with oilseed flax of the Brestsky variety, conducted in the north-eastern part of Belarus on sod-podzolic light loamy soil. In field experiments, the influence of the integrated use of mineral fertilizers, plant growth regulators and biological products on the yield and quality of flax products was studied.

The most effective was the use of brassinosteroids (epin and homobrassinolide) in two doses: with seeds during their encrustation and spraying of crops in the «herringbone» phase against the background of a full mineral fertilizer at a dose of $N_{45}P_{60}K_{90}$. At the same time, the yield of seeds was 16,7–17,2 c/ha with an oil content of 49,7–50,1%; the yield of straw was 41,7–42,3 c/ha with an average number of 0,5–1,0 units. The high efficiency of flax seed inoculation with binary microbial preparation Biolinum against the background of complete mineral nutrition ($N_{45}P_{30}K_{90}$) was noted. At this level of nutrition in the experiments, an average of 17,6 c/ha of seeds with a fat content of 50,8 % and 42,2 c/ha of straw with an average number of 0,75–1,00 units were obtained over three years.

Поступила 22.11.21