

10. Совершенствование основных элементов технологии возделывания ярового рапса / О.Г. Апресян [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГГАУ, 2013. – Т. 22: Агронмия. – 3-13 с.

УДК 633.34: 631.8.022.3

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.Н. Босак¹, Т.В. Колоскова²

¹ – Белорусский государственный технологический университет,

² – НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам,
г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 25.06.2014 г.)

Аннотация. В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных удобрений увеличило урожайность зерна сои на 6,2-17,8 ц/га при общей урожайности в удобренных вариантах 18,0-29,6 ц/га, содержании сырого белка 26,5-33,1%, жира – 17,0-20,2% с лучшими показателями продуктивности в варианте с внесением в предпосевную культивацию $N_{50}P_{40}K_{90}$.

Некорневая обработка посевов сои в фазу бутонизации микроудобрениями (борная кислота, молибдат аммония, сульфат марганца, жидкое комплексное удобрение для бобовых) способствовала дополнительному сбору зерна 1,8-3,7 ц/га при увеличении содержания сырого белка на 2,8-5,1%.

Summary. In the researches on the sod-podzolic loamy sandy soil the use of mineral fertilizers $N_{10-70}P_{40}K_{90}$ has increased the productivity of soya bean Pripyat by 0,62–1,78 c/ha with a total productivity in fertilized variants 1,80–2,96 c/ha, with the content of crude protein 26,5–33,1%, fat 17,0–20,2% with the best indicators of productivity in the variant with applying of $N_{50}P_{40}K_{90}$ in pre-sowing cultivation.

The use of microelements (manganese, boron, molybdenum and liquid complex fertilizer) has increased the productivity of soya bean by 0,18–0,37 c/ha, the content of crude protein by 2,8-5,1%.

Введение. Соя (*Glycine max (L.) Merr.*) широко используется как продовольственная, техническая и кормовая культура, а также является важнейшей белково-масляной культурой в мировом земледелии [2, 7, 9, 14, 16].

Наибольшее распространение в мире получило возделывание сои на зерно, при переработке которого получают растительное масло (около 30% мирового производства растительных масел) и соевый

шрот, который является высококонцентрированным белковым кормом. Белок сои хорошо сбалансирован по аминокислотному составу, так как содержит полный набор необходимых для человека и животных аминокислот, легко усваивается и обладает высокой биологической ценностью. В кормопроизводстве применяется также зеленая масса сои, которая используется для непосредственного скармливания животным, заготовок силоса, сена, сенажа, травяной муки и гранул. Соя может быть непосредственно использована и для питания человека, а также в качестве лекарственного растения. Современные технологии переработки зерна сои, такие как экструзия, позволили получить принципиально новые продукты – соевые текстураты, которые применяются в качестве аналогов мяса.

Благодаря развитой корневой системе и способности к симбиотической азотфиксации, соя является также хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур.

Возможность выращивания сои в условиях умеренного климата, в т.ч. Республики Беларусь, появилась с выведением скороспелых, фотопериодически нейтральных сортов. В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь по состоянию на 30.04.2013 г. для использования в сельскохозяйственном производстве внесено 13 сортов сои: Ясельда (1998 г.), Устя (2002 г.), Ствига (2002 г.), Березина (2004 г.), Припять (2006 г.), Верас (2007 г.), Рось (2008 г.), Аннушка (2009 г.), Раница (2009 г.), Полесская 201 (2010 г.), Оресса (2011 г.), Грация (2011 г.), Анастасия (2012 г.) [4, 6].

В сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь соя в настоящее время является достаточно перспективной зернобобовой культурой, площади возделывания которой планируется довести до 15 тыс. га [12].

Получение высоких и устойчивых урожаев сои с благоприятным качеством товарной продукции невозможно без применения научно обоснованной системы удобрения. Обязательным приемом при возделывании сои является также предпосевная инокуляция семян азотфиксирующими бактериальными препаратами на основе штаммов клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* [5, 7, 15].

Цель работы – изучить влияние минеральных макро- и микроудобрений на урожайность и качество сои на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению эффективности минеральных макро- и микроудобрений при возделывании сои сорта Припять проводили в полевом опыте в Пинском районе Брестской области Республики Беларусь на протяжении 2008-

2010 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на песчанисто-пылеватой рыхлой супеси, сменяемой с глубины 0,82 м рыхлым песком.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 5,9-6,2, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 170-180 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 220-240 мг/кг почвы, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 1,8-2,0%, бора (H_2O) – 0,5-0,6 мг/кг, меди (1 М HCl) – 1,5-1,7 мг/кг, цинка (1 М HCl) – 4,1-4,3 мг/кг, марганца (1 М KCl) – 0,4-0,6 мг/кг, молибдена (аксалатный буфер) – 0,08-0,09 мг/кг почвы (индекс агрохимической окультуренности 0,85).

Схема опыта предусматривала внесение под предпосевную культивацию минеральных удобрений $N_{10-70}P_{40}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) и некорневую обработку посевов сои в фазу бутонизации борной кислотой (300 г/га), сульфатом марганца (220 г/га), молибдатом аммония (100 г/га), удобрением жидким комплексным для бобовых $N_5P_7K_{10}V_{0,15}Mo_{0,01}$ (10 л/га).

Агротехника возделывания сои – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений. Полевые исследования, определение показателей качества продукции и статистическую обработку результатов проводили по соответствующим методикам [1, 8, 10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение. Условия вегетационных периодов 2008–2010 гг. по гидротермическому коэффициенту можно отнести к влажным (ГТК, по Селянинову, соответственно 1,7, 1,7 и 1,6 при среднемноголетнем ГТК = 1,4). Однако по месяцам погодные условия в годы проведения исследований значительно различались, что оказало определенное влияние на продуктивность сои и эффективность применяемых минеральных макро- и микроудобрений.

Так, во все годы проведения исследований (2008–2010 гг.), май по ГТК можно отнести к влажным (ГТК соответственно = 2,0, 1,9, 1,8 при среднемноголетнем ГТК = 1,3). В то же время июнь 2008 г. был засушливым (ГТК = 0,7 при многолетнем ГТК = 1,5), 2009 г. – избыточно влажным (ГТК = 2,8), 2010 г. – влажным (ГТК = 1,9).

Июль 2008 и 2009 г. следует отнести к влажным (ГТК соответственно = 2,0 и 2,1 при среднемноголетнем ГТК = 1,5), 2010 г. – к засушливым (ГТК = 0,9).

Август 2009 и 2010 гг. был засушливым (ГТК = 0,9 при среднемноголетнем ГТК = 1,3), 2008 г. – близким к среднемноголетним показателям (ГТК = 1,5).

В период уборки сои в 2008 и 2010 гг. отмечено избыточное выпадение осадков при температуре воздуха, близкой к среднемноголет-

ней (ГТК соответственно = 2,1 и 2,5 при среднемноголетнем ГТК = 1,4). В 2009 г. сентябрь был очень засушливым (ГТК = 0,6).

В результате исследований в 2008 г. получена наиболее высокая урожайность зерна сои Припять – 12,9-32,8 ц/га (таблица 1). В 2009 г. урожайность зерна сои оказалась несколько ниже – 11,9-30,5 ц/га. В 2010 г. урожайность зерна сои оказалась наименьшей – 10,7-25,6 ц/га, что было обусловлено, главным образом, засушливыми условиями июля-августа.

В среднем за три года исследований урожайность зерна сои Припять составила 11,8-29,6 ц/га. Применение минеральных удобрений N₁₀₋₇₀P₄₀K₉₀ способствовало существенному увеличению урожайности сои во все годы проведения исследований. В среднем за три года исследования минеральные удобрения обеспечили дополнительный сбор зерна сои 6,2-17,8 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 4,4-9,3 кг зерна.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сои на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Зерно, ц/га				Прибавка, ц/га	
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	∅	NPK	микроудобрения
Без удобрений	12,9	11,9	10,7	11,8	–	–
N ₁₀ P ₄₀ K ₉₀	19,8	18,3	15,9	18,0	6,2	–
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	26,3	24,5	21,2	24,0	12,2	–
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + Mn	27,6	25,9	24,0	25,8	–	1,8
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + Mo	28,4	26,4	25,4	26,7	–	2,7
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + B	28,2	27,1	25,6	27,0	–	3,0
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + Mo + B	29,2	26,3	26,0	27,2	–	3,2
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + УЖК	29,5	27,8	25,9	27,7	–	3,7
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	31,2	29,1	25,2	28,5	16,7	–
N ₇₀ P ₄₀ K ₉₀	32,8	30,5	25,6	29,6	17,8	–
НСР ₀₅	1,8	1,9	1,7	1,7		

Наибольшая урожайность зерна сои отмечена при применении N₇₀P₄₀K₉₀, однако существенное увеличение урожайности в наших исследованиях получено при возрастании дозы минерального азота до 50 кг/га д.в. на фоне P₄₀K₉₀. Максимальная окупаемость 1 кг NPK (9,3 кг) также получена в варианте с внесением в предпосевную культувацию N₅₀P₄₀K₉₀.

При увеличении дозы минерального азота до 70 кг/га д.в. на фоне P₄₀K₉₀ отмечена лишь тенденция увеличения урожайности зерна на 1,1 ц/га при снижении окупаемости 1 кг NPK до 8,9 кг зерна.

Масса 1000 зерен у сои сорта Припять в среднем за годы исследований оказалась 139,4-151,3 г при некотором увеличении в вариантах с возрастающими дозами минеральных удобрений.

Урожайность соломы сои, которая может быть использована в качестве ценного органического удобрения после ее измельчения и

запаски, возростала при внесении минеральных удобрений и, в зависимости от опытного варианта, оказалась 14,4-37,4 ц/га при соотношении зерно: солома 1 : 1,2-1,3.

Некорневая обработка посевов сои в фазу бутонизации борной кислотой H_3BO_3 (300 г/га) в среднем за три года исследований повысила урожайность зерна сои на 3,0 ц/га, сульфатом марганца $MnSO_4 \times 4H_2O$ (220 г/га) – на 1,8 ц/га, молибдатом аммония $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \times 4H_2O$ (100 г/га) – на 2,7 ц/га.

При совместном применении молибдата аммония и борной кислоты прибавка урожая зерна сои составила 3,2 ц/га. Общая урожайность зерна сои в вариантах с применением микроэлементов оказалась 25,8-27,2 ц/га.

Эффективность микроэлементов отмечена при более засушливых условиях вегетационного периода 2010 г., когда прибавка урожая зерна от их применения оказалась наибольшей и составила 2,8 ц/га (сульфат марганца), 4,2 ц/га (молибдат аммония), 4,4 ц/га (борная кислота) и 4,8 ц/га (совместное применение молибдата аммония и борной кислоты).

В более влажных условиях вегетационных периодов 2008-2009 гг. агрономическая эффективность применения микроэлементов оказалась ниже, а при применении сульфата марганца отмечена лишь тенденция увеличения урожайности зерна 1,3-1,4 ц/га.

Некорневая обработка посевов сои сорта Припять удобрением жидким комплексным (УЖК) $N_5P_7K_{10}B_{0,15}Mo_{0,01}$ обеспечила устойчивую прибавку урожая во все годы проведения исследований с несколько большими показателями в 2010 г. В среднем за три года исследований применение удобрения жидкого комплексного в фазу бутонизации увеличило урожайность зерна сои на 3,7 ц/га.

При возделывании сельскохозяйственных культур, в т.ч. и сои, наряду с показателями урожайности большое значение уделяется качеству товарной продукции, которая используется для питания человека, в качестве корма для животных и сырья для промышленности [10, 13].

Из качественных характеристик зерна наиболее существенным является содержание белка. Из большого количества природных органических веществ, которые входят в состав живых организмов, ни одно не имеет такого большого значения и не владеет такими разнообразными функциями в жизни организма, как белки [10].

Для сои, наряду с содержанием белка, существенное значение имеет также содержание жира (масла). В настоящее время около 30% мирового производства растительного масла приходится на сою [7, 9, 16].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных макро- и микроудобрений оказало

значительное влияние на качественные показатели зерна сои сорта Припять (таблица 2).

Применение возрастающих доз азотных удобрений N_{10-70} на фоне $P_{40}K_{90}$ в среднем за три года исследований увеличило содержание сырого протеина в зерне сои с 25,1 до 33,1% с максимальными показателями в варианте с применением $N_{70}P_{40}K_{90}$. Сбор сырого протеина в вариантах с применением возрастающих доз минеральных удобрений увеличился соответственно с 2,5 до 8,4 ц/га.

Некорневая обработка посевов сои простыми формами микроудобрений увеличила содержание сырого протеина в зерне сои на 2,8-4,7%, удобрением жидким комплексным $N_5P_7K_{10}B_{0,15}Mo_{0,01}$ – на 5,1%.

Содержание жира несколько снижалось при возрастании доз минеральных удобрений с 20,4 до 17,0%. Однако сбор жира в вариантах с возрастающими дозами минеральных удобрений и применением микроэлементов вследствие роста урожайности зерна увеличился с 2,1 до 4,3 ц/га.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качество сои на дерново-подзолистой супесчаной почве, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант	Содержание, % в сухом веществе							
	зерно					солома		
	сырой протеин	жир	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	25,1	20,4	4,01	0,61	1,65	0,46	0,13	2,63
$N_{10}P_{40}K_{90}$	26,5	20,2	4,24	0,67	2,24	0,71	0,22	2,82
$N_{30}P_{40}K_{90}$	27,9	17,0	4,46	0,70	2,38	0,73	0,22	2,80
$N_{30}P_{40}K_{90} + Mn$	32,3	18,2	5,16	0,68	2,29	0,79	0,22	2,89
$N_{30}P_{40}K_{90} + Mo$	32,6	18,0	5,21	0,68	2,24	0,77	0,20	2,78
$N_{30}P_{40}K_{90} + B$	30,7	17,5	4,91	0,68	2,23	0,77	0,22	2,76
$N_{30}P_{40}K_{90} + Mo + B$	31,4	18,2	5,03	0,67	2,42	0,76	0,20	2,78
$N_{30}P_{40}K_{90} + УЖК$	33,0	18,1	5,28	0,68	2,35	0,78	0,21	2,78
$N_{50}P_{40}K_{90}$	31,8	17,5	5,09	0,69	2,39	0,83	0,23	2,78
$N_{70}P_{40}K_{90}$	33,1	17,0	5,29	0,72	2,42	0,89	0,25	2,84
НСР ₀₅	1,4	1,4	0,14	0,02	0,07	0,02	0,01	0,08

Содержание и вынос важнейших элементов питания также относятся к важным качественным характеристикам основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур, в т.ч. и сои [10].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве система удобрения оказала определенное влияние на содержание основных элементов питания в основной и побочной продукции сои.

Возрастающие дозы минеральных удобрений наибольшее влияние оказали на содержание общего азота в основной и побочной продукции, которое увеличилось соответственно с 4,01 (зерно) и 0,46 (солома) до 5,29 и 0,89%. Применение микроудобрений также способствовало увеличению содержания общего азота в зерне и соломе сои.

Содержание фосфора, калия, кальция и магния в зерне и соломе сои в меньшей мере зависело от доз и видов применяемых удобрений.

В среднем за три года исследований содержание основных элементов питания в удобренных вариантах составило: зерно – 4,24-5,29% (N), 0,67-0,72% (P₂O₅), 2,23-2,42% (K₂O), 0,24-0,36% (CaO), 0,22-0,25% (MgO); солома – 0,71-0,89% (N), 0,20-0,25% (P₂O₅), 2,76-2,89% (K₂O), 0,79-0,89% (CaO), 0,51-0,63% (MgO). Содержание марганца в зависимости от опытного варианта в зерне сои оказалось 15,0-18,8 мг/кг, в соломе – 39,3-42,0 мг/кг, бора – соответственно 2,5-5,5 и 12,0-14,5 мг/кг.

Измельчение и запашка соломы сои в качестве органического удобрения в наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве позволяет вносить в почву от 12,1 до 31,4 ц/га сухого вещества, а также 5-28 кг/га азота, 2-8 кг/га фосфора, 31-89 кг/га калия, 10-26 кг/га кальция и 6-17 кг/га магния.

Кроме того, благодаря симбиотической азотфиксации, в посевах сои в почве в среднем накапливается около 0,23 кг азота на 1 ц зеленой массы сои или 3,5 кг азота на 1 ц зерна сои [3].

Удельный (нормативный) вынос с 1 т зерна сои и соответствующим количеством соломы, показатели которого используются для расчета баланса элементов питания и доз удобрений в сельскохозяйственном производстве, в лучших по продуктивности вариантах в наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве оказался: 50,5-51,8 (N), 8,0-8,4 (P₂O₅), 48,7-49,6 (K₂O), 10,6-11,0 (CaO), 7,2-7,5 (MgO) кг.

Заключение. При возделывании сои сорта Припять на дерново-подзолистой супесчаной почве применение N₁₀₋₇₀P₄₀K₉₀ увеличило урожайность зерна на 6,2-17,8 ц/га при общей урожайности 18,0-29,6 ц/га, окупаемости 1 кг NPK 4,4-9,3 кг зерна, содержании сырого протеина 26,5-33,1%, жира – 17,0-20,2% с лучшими показателями продуктивности при внесении под предпосевную культивацию N₅₀P₄₀K₉₀.

Некорневая обработка посевов сои в фазу бутонизации на фоне N₃₀P₄₀K₉₀ борной кислотой (300 г/га) обеспечила прибавку урожая зерна 3,0 ц/га, сульфатом марганца (220 г/га) – 1,8, молибдатом аммония (100 г/га) – 2,7, смесью молибдата аммония и борной кислоты (100 + 300 г/га) – 3,2, удобрением жидким комплексным для бобовых N₅P₇K₁₀В_{0,15}Мо_{0,01} (10 л/га) – 3,7 ц/га при увеличении содержания сырого протеина в зерне на 2,8-5,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия: практикум / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
2. Босак, В.Н. Оптимизация питания растений / В.Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.

3. Босак, В.Н. Симбиотическая азотфиксация в посевах зернобобовых культур / В.Н. Босак, Т.В. Колоскова, О.Н. Минюк // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 5. – 28-30 с.
4. Голоенко, Д. Новые белорусские сорта сои / Д. Голоенко, О. Давыденко, В. Розенцвейг // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – 10-11 с.
5. Гончаров, Л.Ю. Влияние элементов питания на урожайность сои в условиях супесчаных почв // Л.Ю. Гончаров, В.А. Радовня // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 1. – 63-65 с.
6. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / отв. ред. В.А. Бейня; Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2013. – 252 с.
7. Давыденко, О.Г. Соя для умеренного климата / О.Г. Давыденко, Д.Е. Голоенко, В.Е. Розенцвейг; Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
9. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 2000. – 264 с.
10. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
11. Основные приемы возделывания сои в Республике Беларусь: рекомендации производству / В.Н. Халецкий [и др.]; НАН Беларуси [и др.]. – Минск, 2012. – 24 с.
12. Павловский, В.К. Посевы сои в хозяйствах Беларуси целесообразно расширять / В.К. Павловский, О.Г. Давыденко // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – 34-38 с.
13. Параўнальная біялагічная каштоўнасць і амінакіслотны склад збожжавых і збожжаваструкавых культур у залежнасці ад выкарыстання мінеральных угнаенняў / В.М. Босак, Т.В. Каласкова, В.М. Мінюк, В.М. Марцуль // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – № 4. – 46-51 с.
14. Соя: мировые урожаи – уже реальность / О. Давыденко [и др.] // Наука и инновации. – 2010. – № 7. – 22-23 с.
15. Эффективность применения бактериальных удобрений при возделывании сои / В.Н. Босак [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 5. – 12-14 с.
16. Makowski, N. Körnerleguminosen / N. Makowski. – Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann. – 2000. – 856 s.

УДК 633.413:632.952 (476.6)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

М.С. Брилёв, С.В. Брилёва

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 21.07.2014 г.)

Аннотация. Проведенные исследования на агродерново-подзолистой связносупесчаной почве показали высокую эффективность фунгицидов на посевах сахарной свеклы. Так, внесение различных фунгицидов позволяет получить урожайность на уровне 683...711 ц/га, сохраненный урожай составляет 17...45 ц/га. При этом повышается сахаристость корнеплодов на 0,3...0,5% и увеличивается сбор сахара на 0,67...1,0 т/га. Применение фунгицидов снижает поражаемость растений сахарной свеклы церкоспорозом до 63%.