

stvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6 (116). – S. 5-10.

11. Latartsev P.Iu. Effektivnost raznykh vidov azotnykh udobrenii pod len maslichnyi v usloviakh

kolochnoi stepi Altaiskogo kraia / P.Iu. Latartsev, O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6 (116). – S. 13-18.



УДК 633.853.494.631.81.095.337

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-215-9-11-16

О.И. Антонова, К.Р. Вепрынцева

O.I. Antonova, K.R. Vepryntseva

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РАПСОВОГО СЫРЬЯ С ВЫСОКИМ НАКОПЛЕНИЕМ МАСЛА И БЕЛКА НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

ROLE OF TRACE ELEMENTS IN GROWING RAPE PLANTS WITH HIGH OIL AND PROTEIN CONTENT AGAINST THE BACKGROUND OF FERTILIZER APPLICATION

Ключевые слова: яровой рапс, биогенные микроэлементы, потребление, вынос, накопление, выход, урожайность, белок, масличность.

Установлено влияние удобрений на потребление биогенных микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Mo, B), формирование урожайности семян и накопление в них белка и масла. В большем количестве в семенах содержится, мг/кг: Mn (27,2-33,7), Fe (20,48-29,9), Zn (12,41-16,2), B (7,49-9,31), заметно меньше Cu (1,29-1,67), Mo (0,33-0,55) и Co (0,13-0,4), которые влияют на белковый и жировой обмен в растениях. В зависимости от сочетания удобрений получена урожайность семян 4,58-5,81 т/га при 3,83 т/га на контроле, при содержании белка в семенах в пределах 19,1-22,1% и масла 44,7-50,7%. Наибольший выход белка и масла произошел при уровне выноса микроэлементов, г/га: Fe – 136,25-154,89; Zn – 79-83; Mn – 157-179; Cu – 7,1-8,2; Mo – 1,6-2,4 и Co – 0,67-0,83 по сочетаниям $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$, $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$ и $N_{21}P_{37}S_{14}$. Согласно полученной урожайности, массе накопления белка и масла в семенах, оптимальным уровнем содержания в них микроэлементов является, мг/кг: Fe – 27,3; Zn – 15,5; Mn – 32,3; Cu – 1,4; Mo – 0,39 и Co 0,13, что обеспечивает урожайность 4,96-5,81 т/га, накопление белка – 1,02-1,16 т/га и масла – 2,39-2,75 т/га.

Keywords: spring rape, biogenic trace elements, consumption, removal, accumulation, yield, yielding capacity, protein, oil content.

The effect of fertilizers on the consumption of biogenic trace elements (Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Mo, B), the formation of seed yields and the accumulation of protein and oil was determined. The following trace elements affecting protein and fat metabolism in plants were found in seeds in large amounts (mg kg): Mn (27.2-33.7), Fe (20.48-29.9), Zn (12.41-16.2), B (7.49-9.31); considerably smaller amounts of Cu (1.29-1.67), Mo (0.33-0.55) and Co (0.13-0.4). Depending on the combination of fertilizers, seed yield of 4.58-5.81 t ha was obtained as compared to 3.83 t ha of the control; the protein content in seeds ranged within 19.1-22.1%, and the oil content - 44.7-50.7%. The highest yield of protein and oil was obtained at the following levels of trace element removal (g ha): Fe (136.25-154.89); Zn (79-83); Mn (157-179); Cu (7.1-8.2); Mo (1.6-2.4) and Co (0.67-0.83) with the combinations of $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$, $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$ and $N_{21}P_{37}S_{14}$. According to the obtained yields and protein and oil accumulation in seeds, the optimal levels of trace elements in seeds are as following (mg kg): Fe - 27.3; Zn - 15.5; Mn - 32.3; Cu - 1.4; Mo - 0.39 and Co - 0.13; these levels ensure the yield of 4.96-5.81 t ha, protein accumulation of 1.02-1.16 t ha and oil accumulation of 2.39-2.75 t ha.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

Вепрынцева Ксения Руслановна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

Vepryntseva Kseniya Ruslanovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

Введение

Семена рапса содержат 40-45% масла (в т.ч. линолевую, линоленовую жирные кислоты) и 20-25% белка (в т.ч. незаменимые аминокислоты – лизин, метионин, цистеин, треонин, триптофан,

аргинин) [1], поэтому рапс имеет большое продовольственное, кормовое, техническое и агроэкологическое значение. Микроэлементы в жизни растений, не входя в состав органических соединений, играют важную роль [2, 3]. Так Zn

является нейтрализатором и активатором многих процессов, участвует в белковом, липидном, углеводном и фосфатном обмене веществ, в биосинтезе витаминов и ауксинов.

Сu входит в состав окислительных ферментов, усиливает дыхание и участвует в углеводном и белковом обмене веществ, улучшает водный баланс растения. При недостатке меди могут отмирать листья рапса. **Mn** в растениях, входя в различные ферменты, участвует в промежуточных реакциях между фотолизом воды и образованием кислорода.

Без **Mo** невозможен синтез белковых веществ, так как он входит в состав фермента нитратредуктазы, восстанавливающего нитраты до аммония.

Велика роль **B** в опылении и оплодотворении цветов. Среди всех микроэлементов он играет важнейшее значение. Его недостаток замедляет рост растений, задерживается цветение. Недостаток **Fe** в почвах задерживает синтез ростовых веществ ауксинов, в связи с чем снижается активность окисления и восстановления сложных аминокислот и образование хлорофилла.

В связи с многосторонним влиянием микроэлементов на формирование урожайности семян рапса и показатели их качества целью исследований явилось изучение их выноса и влияния на накопление белка и масла при внесении удобрений под гибрид рапса, обладающего высоким потенциалом урожайности семян и их качества и требующего регулирования питательного режима не только по макро-, но и по микроэлементам. Для условий края данных по содержанию микроэлементов нет.

Объекты и методы исследования

Для установления уровня потребления и выноса биогенных микроэлементов был проведён полевой опыт с внесением разных сочетаний КАС-32 с сульфатом аммония, ЖКУ и диаммофоски: на 1 га вносили 200 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +100 кг диаммофоски ($\text{N}_{86}\text{P}_{26}\text{K}_{26}\text{S}_{14}$); 150 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +100 кг диаммофоски ($\text{N}_{80}\text{P}_{26}\text{K}_{26}\text{S}_{14}$); 150 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +50 кг диаммофоски ($\text{N}_{73}\text{P}_{35}\text{K}_{13}\text{S}_{14}$); 200 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +70 кг ЖКУ+50 кг диаммофоски ($\text{N}_{89}\text{P}_{39}\text{K}_{13}\text{S}_{14}$); 200 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +70 кг ЖКУ+50 кг диаммофоски+100 кг диаммофоски ($\text{N}_{89}\text{P}_{39}\text{K}_{13}\text{S}_{14}$); 200 кг КАС-32+60 кг

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +100 кг ЖКУ ($\text{N}_{87}\text{P}_{37}\text{S}_{14}$); 150 кг КАС-32+60 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ +150 кг ЖКУ ($\text{N}_{71}\text{P}_{37}\text{S}_{14}$).

Жидкие удобрения внесены через три дня после посева, а диаммофоска одновременно с семенами при посеве. КАС-32 – карбамидамиачная смесь с содержанием N – 32%, ЖКУ – N-11%, P-37%, сульфат аммония – N-21%, S-24%, диаммофоска – N-10%, P-26%, K-26%.

Площадь опытной делянки 0,25 га, повторность 4-кратная. Жидкие удобрения вносили в почву ливкайзером без разведения, а диаммофоску – одновременно с посевом посевным комплексом Джон Дир.

В опыте высевался гибрид ярового рапса Цебра КЛ по предшественнику яровая пшеница. Опыт проводился на фоне защиты от сорных растений, болезней, вредителей пестицидами. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый с рНс 4,55, содержанием гумуса 6,56%, высокой обеспеченностью подвижным фосфором – 168 мг/кг и калием – 154 мг/кг, средней обеспеченностью нитратным азотом – 15,59 мг/кг. Содержание подвижных микроэлементов в почве, мг/кг: Cu – 0,17; Fe – 6,73; Zn – 1,045; Co – 0,272; Mn – 157,4 и B – 1,06. Низкая обеспеченность почвы характерна для Cu, Zn; высокая – для Mn и B; средняя – для Co. При этом относительно оптимального содержания в почве, по данным А.Г. Цыганова и др., содержание Cu и Zn должно быть 5,1-10,0 мг/кг почвы, а Mn – 100-300 мг/кг [4].

Содержание микроэлементов в семенах рапса определялось по ГОСТ 30178-96 (Сырье и продукты пищевые). Атомно-абсорбционный метод определения микроэлементов на атомно-эмиссионном спектрометре Оптима 730 DV. Белок устанавливали по ГОСТ 10846-91, а масличность – по ГОСТ 10857-64.

Вынос микроэлементов и выход белка и масла рассчитывали с учетом содержания их в семенах и величины урожайности, пересчитывая вынос на кг/га, а выход белка и масла – в т/га.

Оценка достоверности результатов проведения по Б.А. Доспехову [5].

Погодные условия характеризовались недостаточным увлажнением (68% нормы) и высокими температурами. Сумма положительных температур за вегетацию 2020 г. превысила норму на 150⁰С и составляла 2120⁰С против 1970⁰С по норме.

Обсуждение результатов

Из определяемых микроэлементов и железа в семенах рапса в наибольшем количестве присутствует Mn (27,21-33,73 мг/кг) и Fe (20,48-29,9 мг/кг). Сравнительно много находится и Zn (12,44-16,24 мг/кг), затем в убывающем порядке идёт содержание В – 7,49-9,33 мг/кг, Cu – 1,29-

1,67 мг/кг, Мо – 0,33-0,55 мг/кг и Со – 0,13-0,14 мг/кг.

В таблице 1 показано содержание микроэлементов в семенах гибрида рапса по вариантам опыта, которые для этой культуры получены впервые для Алтайского края.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в семенах, мг/кг

№ п/п	Вариант	Fe	Zn	Co	Mn	Mo	Cu	B
1	Контроль	25,06	15,19	0,13	28,32	0,55	1,46	9,33
2	N ₈₆ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	27,47	15,91	0,14	31,69	0,32	1,44	8,19
3	N ₇₀ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	24,69	13,62	0,13	27,69	0,42	1,30	8,56
4	N ₇₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	26,66	14,38	0,14	30,90	0,34	1,30	8,62
5	N ₈₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	29,91	16,17	0,13	32,88	0,33	1,53	8,01
6	N ₈₇ P ₃₇ S ₁₄	20,48	12,44	0,13	27,21	0,37	1,29	7,49
7	N ₇₁ P ₃₇ S ₁₄	27,85	16,24	0,13	33,73	0,41	1,67	8,17
Д. Шпаар [6]			11,27-12,29				3,78-5,17	
С.Н. Серов, Д.Ф. Асхадуллин [7]		28,46	46,4	0,03	25,8		0,45	
Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко [8]		50,5	27,0		45,1		3,4	

Внесенные удобрения оказали разное влияние на уровень содержания микроэлементов. Так, поступление Fe и Mn в большинстве случаев увеличивается, В и Мо снижается, без определённой закономерности изменяется содержание Zn, а содержание Cu и Со находится на одном уровне по всем вариантам. При этом можно отметить, что по ряду вариантов относительно контроля потребляется больше микроэлементов. Это отмечается особенно по вариантам N₈₆P₂₆K₂₆S₁₄ (Fe, Zn, Со, Mn), N₈₉P₃₉K₁₃S₁₄ (Fe, Zn, Мо, Cu), N₇₁P₃₇S₁₄ (Fe, Zn, Mn, Cu), N₇₉P₃₉K₁₃S₁₄ (Fe, Mn). По количеству микроэлементов в семенах рапса в литературе приводится мало сведений. Чаще это касается в целом всего растения. Больше информации содержится в публикации С.Н. Серова и Д.Ф. Асхадуллина, проводивших опыты в Татарстане (табл. 1). Исходя из этого наши данные совпадают по Fe, Mn и значительно отличаются по Zn, Со и Cu: они намного ниже по Zn и выше по Со и Cu, а по сравнению с результатами Д. Шпаара по Zn, являются близкими, по Cu ниже в несколько раз [4]. По данным Ю.И. Ермохина и И.А. Бобренко, в семенах рапса намного больше Fe, Zn, Mn и Cu [8].

Такие различия могут быть объяснены особенностями свойств почв, сорта или гибрида, погодными условиями.

О.А. Дубровин, М.Я. Зубкова и др. отмечают сезонную динамику Cu, Zn и их изменения при

внесении N₆₀P₆₀K₆₀: наибольшее количество Cu отмечалось в фазу розетки, а к уборке происходило снижение на контроле с 23,3 до 19,92 мг/кг, а на удобренном – с 72,76 до 31,4 мг/кг. По Zn, соответственно, с 11,27 до 90,53 и с 12,296 до 31,4 мг/кг. Аналогичную зависимость установили Петерс и Кормин [9, 10].

Как и по макроэлементам, вынос микроэлементов с урожаем семян зависит от величины урожайности, когда даже при меньшем содержании они значительно обедняют почву.

Рассчитанный вынос изученных микроэлементов (табл. 2) показывает, что с полученными урожаями семян из почвы отчуждается, г/га: Fe – 95,98-154,89; Zn – 58-83; Со – 0,52-0,83; Mn – 108-179; Мо – 1,5-2,1; Cu – 6-8,2 и В – 35,7-50,1. При этом внесение минеральных удобрений в изучаемых сочетаниях увеличивает вынос Fe на 4,37-58,91 г/га, Zn – на 3-25 г/га, Mn – на 19-71 г/га, В – на 2,2-14,4 г/га, Со – на 0,008-0,31 г/га. По Cu и Мо такой закономерности не наблюдается. По сравнению с приводимыми результатами Шпаара, наши данные более близки по Cu, Мо и В и намного ниже по Fe, Zn и Mn. Относительно данных С.Н. Серова и Д.Ф. Асхадуллина при урожайности семян 2,78 т/га они выше по Fe, Со, Mn и ниже по Zn.

В таблице 3 показана урожайность и основные показатели качества семян рапса как одного из сырьевых и кормовых ресурсов их получения.

Таблица 2

Вынос микроэлементов с урожаем, г/га

№ п/п	Вариант	Fe	Zn	Co	Mn	Mo	Cu	B
1	Контроль	95,98	58	0,52	108	2,1	6,6	35,7
2	N ₈₆ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	136,25	79	0,67	157	1,6	7,1	40,6
3	N ₇₀ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	113,08	62	0,60	127	1,9	6,0	39,2
4	N ₇₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	154,89	83	0,83	179	2,0	7,5	50,1
5	N ₈₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	137,88	74	0,60	152	1,5	7,1	36,9
6	N ₈₇ P ₃₇ S ₁₄	100,35	61	0,63	133	1,8	6,3	36,7
7	N ₇₁ P ₃₇ S ₁₄	137,30	80	0,65	166	2,0	8,2	40,2
Д. Шпаар (с 3 т/га) [6]		180-400	220-400	-	260-500	4-7	3-6	50-100
С.Н. Серов, Д.Ф. Ас-хадуллин (2,78 т/га) [7]		78,87	129,1	0,09	72,0	-	-	-

Таблица 3

Урожайность и выход белка и масла

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Содержание, %		Выход, т/га	
			белок	масло	белка	масла
1	Контроль	3,83	20,5	46,9	0,78	1,80
2	N ₈₆ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	4,96	20,5	48,1	1,02	2,39
3	N ₇₀ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄	4,58	22,1	44,7	1,01	2,05
4	N ₇₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	5,81	20,0	47,3	1,16	2,75
5	N ₈₉ P ₃₉ K ₁₃ S ₁₄	4,61	19,1	49,0	0,88	2,25
6	N ₈₇ P ₃₇ S ₁₄	4,90	20,0	50,7	0,98	2,48
7	N ₇₁ P ₃₇ S ₁₄	4,93	20,5	49,2	1,01	2,42
Б.А. Доспехов [5]		НСР ₀₅ , т/га (%)	0,09	0,08		

Содержание белка по вариантам опыта находилось в пределах 19,1-22,1% и в основном было близким 20-20,5% при некотором преимуществе по N₇₀P₂₆K₂₆S₁₄ – 22,1% и минимальным по N₈₉P₃₉K₁₃S₁₄ – 19,1%. Выход белка с учётом урожайности варьировал от 0,78 т/га на контроле до 0,88-1,16 т/га по удобренным вариантам, или больше на 0,1-0,38 т/га. Самое значительное увеличение произошло по вариантам N₇₉P₃₉K₁₃S₁₄ – на 0,38 и на 0,24 т/га по сочетаниям N₈₆P₂₆K₂₆S₁₄, N₇₀P₂₆K₂₆S₁₄ и N₇₁P₃₇S₁₄.

Масличность семян составляла 44,7-50,7% при 46,9% на контроле. Самый высокий процент масла 49,0-50,7% характерен для вариантов N₈₉P₃₉K₁₃S₁₄, N₈₇P₃₇S₁₄ и N₇₁P₃₇S₁₄. Ниже контроля (44,7%) масличность была по варианту с бóльшим накоплением белка – N₇₀P₂₆K₂₆S₁₄. Выход масла под влиянием всех сочетаний удобрений повысился с 1,8 до 2,05-2,75 т/га, или на 0,25-0,95 т/га. Наибольший выход характерен для варианта N₇₉P₃₉K₁₃S₁₄ – 2,75 т/га. Сравнительно высокий (2,39-2,48 т/га) он получен по вариантам парного сочетания удобрений и N₈₆P₂₆K₂₆S₁₄.

Сравнивая количество полученного белка и масла с потреблением микроэлементов и Fe по вариантам внесения удобрений, можно сказать, что наиболее качественные семена, как сырьё для перерабатывающей промышленности, формируются при более высоком количестве в них таких элементов, как: Fe (136,25-154,88 г/га), Zn (79-83 г/га), Mn (157-179 г/га), B (40,2-5,01 г/га), Cu (7,1-8,2 г/га) и Co (0,65-0,83 г/га).

Рассматривая содержание микроэлементов в семенах рапса по вариантам, обеспечивающим высокую урожайность и наибольший выход белка и масла, можно отметить, что для этой культуры оптимальным будет содержание Fe – 26,66-27,87 (среднее 27,3 мг/кг), Zn – 14,38-16,24 (среднее 15,51 мг/кг), Mn – 30,7-33,7 (среднее 32,3 мг/кг), B – 8,17-8,62 (среднее 8,33 мг/кг), Cu – 1,3-1,67 (среднее 1,43 мг/кг), Mo – 0,32-0,41 (среднее 0,39 мг/кг), Co – 0,13-0,4 (среднее 0,33 мг/кг).

Выводы

В наибольшем количестве в семенах ярового рапса содержится Mn – 27,2-33,7 мг/кг, Fe – 20,48-29,9 мг/кг, Zn – 12,41-16,2 мг/кг. Заметно

ниже содержание Cu – 1,25-1,67 мг/кг, Mo – 0,33-0,55 мг/кг и Co – 0,13-0,4 мг/кг. Внесённые сочетания удобрений повышают вынос всех микроэлементов, особенно по вариантам $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$, $N_{89}P_{39}K_{13}S_{14}$ и $N_{71}P_{37}S_{14}$. Так, по Fe – на 4,37-58,91 г/га, Zn – на 3-25 г/га, Mn – на 19-71 г/га, B – на 2,2-14,4 г/га, Co – на 0,08-0,31 г/га.

В зависимости от варианта внесения удобрений урожайность получена в пределах 4,58-5,81 т/га при 3,83 т/га на контроле, содержание белка в пределах 19,1-22,1%, масла – 44,7-50,7%. Выход белка составил 0,88-1,16 т/га против 0,78 т/га на контроле, а выход масла – 2,05-2,75 против 1,8 т/га.

Наибольшее накопление белка и масла произошло при уровне выноса, г/га: Fe – 136,25-154,89; Zn – 79-83; Mn – 157-179; Cu – 7,1-8,1; Mo – 1,6-2; B – 40,2-50,1 и Co – 0,67-0,83 по вариантам $N_{79}P_{39}K_{13}S_{14}$, $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$ и $N_{71}P_{37}S_{14}$.

Согласно полученной урожайности, более существенное накопление белка и масла в семенах рапса происходит при оптимальном уровне микроэлементов, мг/кг: Fe – 27,3; Zn – 15,5; Mn – 32,3; B – 8,3; Cu – 1,4; Mo – 0,39 и Co – 0,13.

Библиографический список

1. Пономаренко, Ю. И. Рапс и продукты его переработки для птицеводства / Ю. И. Пономаренко, Ю. И. Цыганова. – Текст: непосредственный // Комбикорма. – 2012. – № 4. – С. 57-59.
2. Фолькер, Х. Пауль. РАПС. Болезни. Вредители. Сорные растения: производственно-практическое издание / Х. Фолькер. – Минск: Дивимедиа, 2012. – 196 с. – Текст: непосредственный.
3. Савенков, В. П. Микроудобрения как фактор повышения урожайности ярового рапса / В. П. Савенков. – Текст: непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – С. 268-281.
4. Цыганов, А. Р. Урожайность и качество семян рапса ярового в зависимости от применения микроудобрений и регуляторов роста / А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров, Е. А. Плевко. – Текст: непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 100-104.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

6. Шпаар, Д. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование: учебно-практическое руководство / Д. Шпаар. – 3-е изд. – Москва: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2013. – 320 с. – Текст: непосредственный.

7. Серов, С. Н. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в семенах масличных культур / С. Н. Серов, Д. Ф. Асхадуллин. – Текст: непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2010. – Т. 204. – С. 251-254.

8. Ермохин, Ю. И. Особенности химического состава кормовых и овощных культур в условиях Западной Сибири / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко. – Текст: непосредственный // Омский научный вестник. – 2003. – № 3 (24). – С. 180-182.

9. Дубровина, О. А. Накопление элементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита / О. А. Дубровина, Т. В. Зубкова, Д. В. Виноградов. – Текст: непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2020. – № 4 (48). – С. 17-23.

10. Петерс, Н. Я. Влияние минеральных удобрений на поступление микроэлементов в растения рапса / Н. Я. Петерс, В. П. Кормин. – Текст: непосредственный // Омский научный вестник. – 2004. – № 3 (28). – С. 149-151.

References

1. Ponomarenko Iu.I. Raps i produkty ego pererabotki dlia ptitsevodstva / Iu.I. Tsyganova // Kombikorma. – 2012. – No. 4. – S. 57-59.
2. Folker Kh. Paul. Raps. Bolezni. Vrediteli. Sornye rasteniia / Proizvodstvenno prakticheskoe izdanie. – Minsk: Divimedia, 2012. – 196 s.
3. Savenkov V.P. Mikroudobreniia kak faktor povysheniia urozhainosti iarovogo rapsa // Maslichnye kultury – 2018. – S. 268-281.
4. Tsyganov A.R. Urozhainost i kachestvo semian rapsa iarovogo v zavisimosti ot primeneniia mikroudobrenii i regulatorov rosta / A.R. Tsyganov, A.S. Masterov, E.A. Plevko // Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2014. – No. 4. – S. 100-104.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) / B.A. Dospekhov. – 5 izd., pererab. i dop. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

6. Shpaar D. Raps i surepitsa. Vyrashchivanie, uborka, ispolzovanie (3-e izd.). Uchebno-prakticheskoe rukovodstvo. – Moskva: ID OOO «DLV AGRODELO», 2013. – 320 s.

7. Serov S.N. Soderzhanie mikroelementov i tiazhelykh metallov v semenakh maslichnykh kultur / S.N. Serov, D.F. Askhadullin // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana. – 2010. – T. 204. – S. 251-254.

8. Ermokhin Iu.I. Osobennosti khimicheskogo sostava kormovykh i ovoshchnykh kultur v uslovii-

akh Zapadnoi Sibiri / Iu.I. Ermokhin, I.A. Bobrenko // Omskii nauchnyi vestnik. – 2003. – No. 3 (24). – S. 180-182.

9. Dubrovina O.A. Nakoplenie elementov rasteniiami iarovogo rapsa pri ispolzovanii kurinogo pometa i tseolita / O.A. Dubrovina, T.V. Zubkova, D.V. Vinogradov // Vestnik RGATU. – 2020. – No. 4 (48). – S. 17-23.

10. Peters N.Ia. Vliianie mineralnykh udobrenii na postuplenie mikroelementov v rasteniia rapsa / N.Ia. Peters, V.P. Kormin // Omskii nauchnyi vestnik. – 2004. – No. 3 (28). – S. 149-151.



УДК 631.41

С.П. Пронин, В.И. Беляев, А.Г. Зрюмова, И.И. Петрова

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-215-9-16-24 S.P. Pronin, V.I. Belyaev, A.G. Zryumova, I.I. Petrova

СРАВНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НАТРИЯ И КАЛИЯ В ПОЧВЕ И РАЗЛИЧНОМ МЕМБРАННОМ ПОТЕНЦИАЛЕ СЕМЯН

SPRING WHEAT YIELD COMPARISON AT DIFFERENT SODIUM AND POTASSIUM CONCENTRATIONS IN THE SOIL AND DIFFERENT SEED MEMBRANE POTENTIAL

Ключевые слова: зерно пшеницы, прогнозирование урожайности, почва, концентрация натрия и калия, мембранный потенциал.

Прогнозирование урожайности пшеницы является важным этапом в управлении производством зерна. Для этого используют различные информационно-аналитические методы и средства. Однако до сих пор мало внимания уделяют потенциальной возможности семян дать высокий урожай на конкретных участках поля при различной обеспеченности элементами питания. Для прогнозирования урожайности предложено использовать электрофизические свойства семян и соотношение калия к натрию в почве. В эксперименте использовали яровую пшеницу сорта Омская-36. Сравнивались 7 вариантов опытов в условиях 2020 г. Оценочные показатели почвы определялись в центре агрохимической службы «Алтайский». В отдельной таблице приведены внесенные варианты удобрений на каждую делянку. Для оценки электрофизических свойств семян пшеницы использовали максимальное значение переменного потенциала. Определение его проводили для семян с аэродинамическими свойствами при скорости витания 9 м/с. Установлена линейная зависимость изменения максимального значения переменного потенциала от соотношения ионов K^+/Na^+ в почве. Коэффициент линейной корреляции составил 0,998. Следовательно, максимальные значения переменного потенциала на оболочках зерен пшеницы равносильно отражают соотношение концентраций ионов

калия и натрия в почве, измеренных фотометрическим методом. При этом выявлена нелинейная зависимость изменения урожайности пшеницы от соотношения ионов калия к натрию. Выделяются два графика, в каждом из которых наблюдается уменьшение урожайности с увеличением соотношения калия к натрию. При переходе с одного графика на другой происходит резкий скачок увеличения урожайности. Соотношение калия к натрию и максимальное значение переменного потенциала могут быть использованы при оптимизации системы питания растений и прогнозирования урожайности яровой пшеницы сорта Омская-36.

Keywords: wheat grain, yield forecasting, soil, sodium and potassium concentration, membrane potential.

Wheat yield forecasting is an important stage in grain production management. Various information and analytical methods and tools are used for this purpose. However, little attention is still paid to the potential ability of seeds to produce a heavy yield on a particular plot at different nutrient supply. To forecast the yield, the seeds electrophysical properties and potassium to sodium ratio in soil were proposed to be used. The spring wheat variety Omskaya-36 was used in the experiment. Seven variants of experiments under the conditions of 2020 were compared. The estimated soil indices were determined in the Agrochemical Service Center "Altayskiy". A separate table shows the applied fertilizers for each plot. To evaluate the electrophysical properties of wheat seeds, the maximum value of the variable potential was used. Variable potential measurements