

использовании рабочего раствора с концентрацией мелатонина 0,01%

Другой важный аспект действия мелатонина – способность увеличивать массу зерна. Прибавка массы получена во всех вариантах опыта. При этом можно отметить, что большая масса 1000 зёрен отмечена в вариантах с более поздним сроком обработки.

Стимуляция роста и увеличение массы зерна выразились в увеличении урожайности яровой пшеницы. Достоверная прибавка урожая по отношению к контролю получена во всех вариантах опыта. При этом не отмечено увеличения натуре зерна и содержания в нём белка.

**Заключение.** Измерение высоты растений и массы соломы в опыте показало достоверно положительную динамику при обработке вегетирующих растений мелатонином. К моменту полного созревания наибольшие и статистически значимые значения высоты растений отмечались в вариантах с обработкой 0,001%-ным, а массы соломы в вариантах с обработкой 0,0003%-ным раствором. При этом больший эффект наблюдался при более поздней обработке. Прирост массы соломы связан, по-видимому, со стимуляцией кушения мелатонином.

Обработка пшеницы раствором мелатонина положительно сказалась на массе семян. Все варианты обработки позволили увеличить среднюю массу зёрен с 1

колоса и массу 1000 зёрен. Незначительно больший эффект наблюдался в вариантах, где обработка растворами мелатонина проводилась в фазе кушения.

За счёт увеличения интенсивности кушения, нарастания вегетативной массы и увеличения массы зерна повысилась биологическая урожайность яровой пшеницы с 514 г/м<sup>2</sup> на контроле до 550-594 г/м<sup>2</sup>, или на 7,0-15,6%.

#### *Литература*

1. Шиббаева Т. Г., Марковская Е. Ф., Мамаев А. В. Фитомелатонин: Обзор // Журнал общей биологии. - Т 78. - 2017. - № 5. - С. 46-62.
2. Hernandez-Ruiz J., Cano A., Arnao M. B., Melatonin: a growth-stimulating compound present in lupin tissues // Planta. 2004. V. 220. № 1. P. 140-144.
3. Hernandez-Ruiz J., Arnao M.B. Melatonin stimulates the expansion of etiolated lupin cotyledons // Plant Growth Regulation. 2008. V. 55. № 1. P. 29-34.
4. Kolar J., Johnson C. H., Machackova. Presence and possible role of melatonin in a short-day flowering plant, *Chenopodium rubrum* // Adv. Exp. Med. Biol. 1999. V. 460. P.391-393.
5. Kolar J., Machackova I., Eder J., Prinsen E., Dongen W, van, Illnerova H., Melatonin occurrence and daily rhythm in *Chenopodium rubrum* // Phytochemistry. 1997. V. 44. № 8. P. 1407-1413.
6. Arnao M. B., Hernandez-Ruiz J. The physiological function of melatonin in plants // Plant Signal. Behav. 2006. V. 1. № 3. P. 89-95.
7. Arnao M. B., Hernandez-Ruiz. Melatonin promotes adventitious - and lateral root regeneration in etiolated hypocotyls of *Lupinus albus* L. // J. Pineal Res. 2007. V. 42. № 2. P. 147-152.

#### **APPLICATION OF MELATONIN TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN THE MOSCOW REGION**

*O.A. Shapoval, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher*

*M.T. Mukhina, Head of the Department of Testing Growth Regulators of Plant and Agrochemicals and Pesticides*

*R.A. Borovik, Researcher at the Laboratory of Testing Elements of Agrotechnologies, Agrochemicals,*

*Growth Regulators of Plant and Pesticides*

*Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova str., 31A, 127550, Moscow, Russia, e-mail: elgen@mail.ru*

*The article is devoted to the study of the problem of increasing the yield of spring wheat using melatonin. Melatonin is a naturally occurring phytohormone with an auxin-like structure and a similar mechanism of action. In the experiment, the effect of different dosages of melatonin and methods of application on the growth, development and yield of spring wheat variety Trizo was studied. The ability of melatonin to stimulate tillering and the growth of vegetative mass after treating plants with low concentration solutions during the tillering phase has been shown. It was also found that, regardless of the method, dosage and timing of application, the use of melatonin is accompanied by an increase in seed weight, which had a positive effect on the biological yield of spring wheat.*

*Keywords: melatonin, spring wheat, phytohormones, growth regulators.*

УДК 633.521; 631.811

EDN: JEOPPV

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-38-44

## **ВЛИЯНИЕ АЗОТА И БОРА НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛЬНОМ-ДОЛГУНЦОМ**

**Ю.Е. Гусева, к.б.н., ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева»**

**127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49,**

**E-mail: uguseva@rgau-msha.ru**

**Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках  
Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030"**

*Изучено влияние азота и бора на динамику накопления макроэлементов льном-долгунцом. Установлено содержание сухого вещества и элементов питания в культуре по фазам роста и развития. Определены коэффициенты использования из почвы макроэлементов, азота из удобрений. Установлено, что наибольший суточный ритм поглощения азота, фосфора и калия льном-долгунцом происходит в фазе активного роста, опережая при этом накопление органической массы, причем при внесении азота среднесуточное потребление макроэлементов значительно возрастает.*

*Ключевые слова: лен-долгунец, азот, фосфор, калий, бор.*

Известно, что сельскохозяйственные культуры потребляют разное количество макро- и микроэлементов в течение всего периода вегетации, а также выносят с урожаем неодинаковое количество питательных веществ [1-3]. В каждой фазе своего развития растения поглощают элементы минерального питания по-разному. Знание биологических особенностей сельскохозяйственных культур необходимо для составления правильной системы применения удобрений. Регулирование минерального питания растений с учетом особенностей их развития позволит определить величину и качество урожая.

Лен-долгунец - одна из важнейших технических культур, возделываемых для производства волокна, которое по праву признано одним из лучших текстильных волокон [4]. Лен достаточно требователен к питательному режиму и резко снижает свою продуктивность при недостатке в почве макроэлементов [5]. Несмотря на то, что корневая система культуры слабо развита, не отличается высокой усвояющей способностью [6], тем не менее лен выносит с урожаем довольно высокое количество питательных веществ [2]. По данным исследователей [3, 5, 7], техническая культура потребляет элементы минерального питания за короткий промежуток времени: от конца фазы елочки до полного цветения.

Лен-долгунец высоко требователен к плодородию почвы, что обуславливается особенностями его корневой системы [6]. Поэтому коэффициенты использования элементов питания технической культурой из почвы, как правило, невелики [3, 8]. Лен довольно сильно реагирует на недостаток элементов минерального питания в почве. Важный микроэлемент для него – бор [2], активно участвующий в обменных процессах. Недостаток данного элемента питания ведет к отмиранию точек роста, гибели растений сразу после разворачивания семядолей и наличия одной-двух пар листьев [9]. Если почва хорошо обеспечена кальцием и фосфором, недостаток бора проявляется сильнее [8].

**Цель исследований** – установить содержание и вынос азота, фосфора и калия растениями льна-долгунца сорта Цезарь по фазам развития при применении азотного и борного удобрений.

**Методика.** В вегетационном домике имени Д.Н. Прянишникова на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был заложен вегетационный опыт на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, отобранной в Пушкинском районе Московской области. Агрохимические показатели почвы были следующими:  $pH_{KCl}$  5,8, гидролитическая кислотность – 1,83 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 17,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 90 %; содержание подвижного фосфора – 224 мг/кг почвы, подвижного калия – 123 мг/кг почвы. Величину  $pH$  солевой вытяжки определяли по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность – по методу Каппена (ГОСТ 26212-2021), сумму поглощенных оснований – по методу Каппена (ГОСТ 27821-2020), содержание подвижных форм фосфора и калия – по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011).

Для закладки опыта использовали сосуды Митчеллиха, вмещающие 5,2 кг сухой почвы. Схема опыта включала три варианта, каждый из которых был заложен в шестикратной повторности. Азот вносили в дозе 50 мг/кг почвы, бор – в дозе 1,67 мг/кг почвы. Источником азотного питания служил сульфат аммония, источником бора – борная кислота.

Отбор проб растительного материала проводили в фазы елочка, активного роста, бутонизации, цветения и зеленой спелости. Содержание питательных элементов в культуре определяли после мокрого озоления растительного материала по методу И.Г. Кьельдаля. Количество азота в растениях льна-долгунца устанавливали микрометодом Кьельдаля, фосфора – по Е. Труогу и А. Мейеру колориметрически, калия – на пламенном фотометре. Обработку результатов осуществляли, используя параметрические методы статистики. Достоверность отличий полученных данных от контрольных значений определяли, используя критерий Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенный вегетационный опыт показал, что внесение азота и бора влияет на содержание в растениях льна-долгунца сорта Цезарь сухого вещества в течение всего периода вегетации (рис. 1).

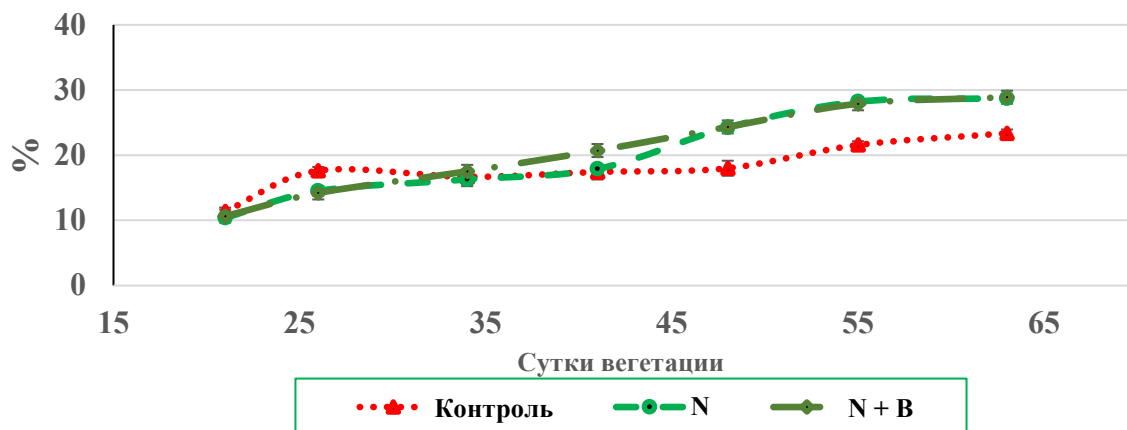


Рис. 1. Влияние азота и бора на содержание сухого вещества в растениях льна-долгунца по фазам вегетации культуры

В начальные периоды роста и развития культуры содержание сухого вещества в контрольном варианте было

более высоким и составляло 11,39-17,62 %, превышая данный показатель в удобренных вариантах на 8,7 - 19,4 %.

Однако, начиная с фазы активного роста льна-долгунца, при внесении азота и бора наблюдали повышение содержания сухого вещества в растениях по сравнению с контролем. Такая закономерность фиксировалась до зеленой спелости технической культуры. Причем накопление сухого вещества льном-долгунцом происходило интенсивнее в варианте с добавлением бора к азоту. Уже в начале бутонизации культуры превышение содержания сухого вещества в варианте с совместным применением азотного и борного удобрений составляло 15,8 % в варианте с применением только азота и 18,9 % на контроле.

Проведенные исследования показали, что внесение азотного и борного удобрений влияет на содержание азота в растениях льна-долгунца в первые фазы роста и развития культуры (рис. 2). В фазы елочка и активного роста содержание макроэлемента при внесении удобрений находилось в пределах 3,23-7,00 %, что на 38,4-43,4 % (относительных) выше контрольных значений. Однако уже в фазе бутонизации наблюдалось выравнивание данного показателя по всем вариантам и составило 1,49-1,50 %. К фазе зеленой спелости содержание азота в растениях культуры продолжило снижаться.

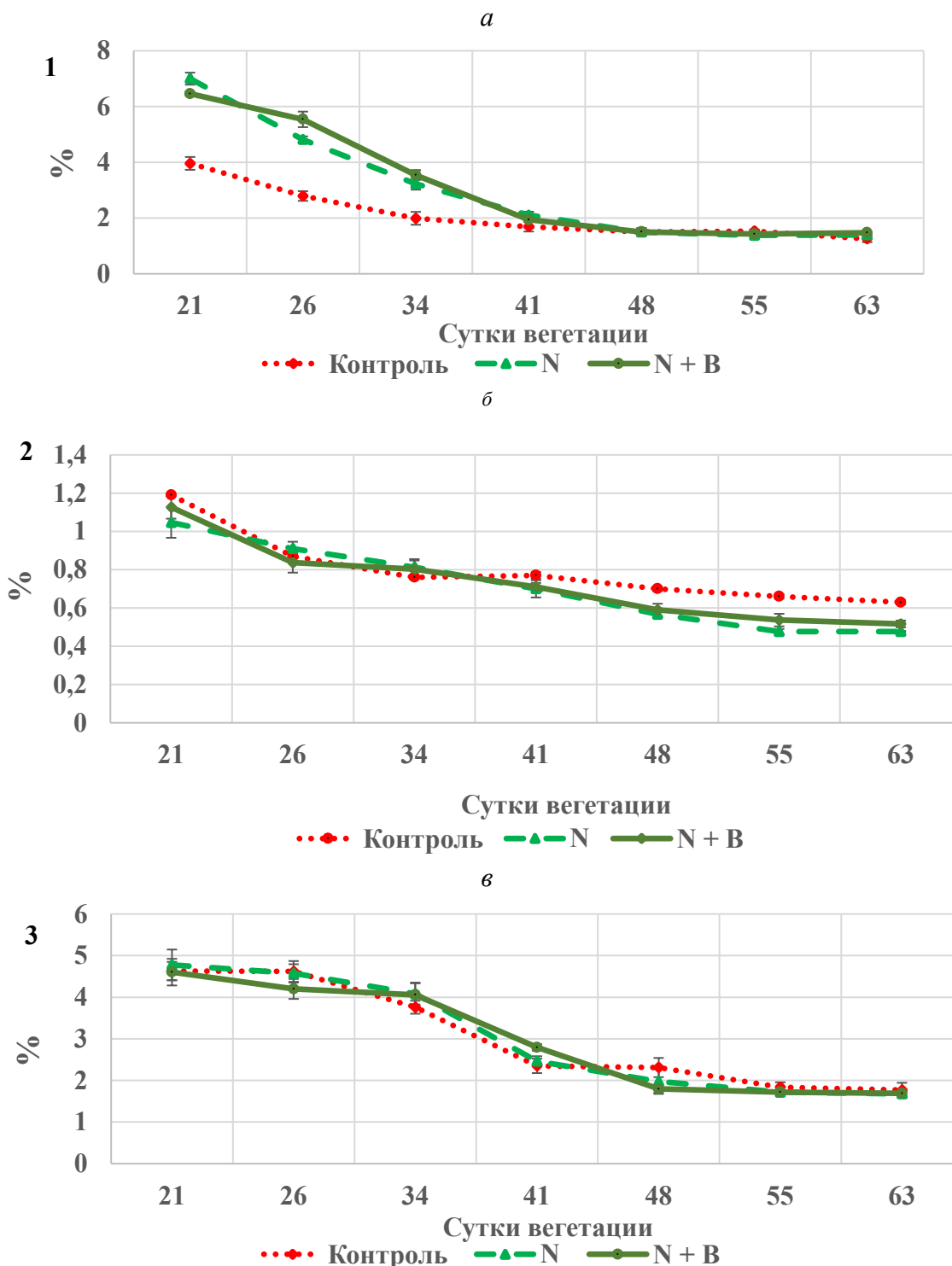


Рис. 2. Влияние азота и бора на содержание азота (а), фосфора (б) и калия (в) в растениях льна-долгунца по фазам вегетации

Внесение азотного и борного удобрений уменьшало содержание в растениях льна-долгунца фосфора (см. рис. 2). Невысокие значения показателя наблюдались

уже в фазе елочка в варианте с внесением азотного удобрения, где содержание макроэлемента составляло 1,05 %, что на 11,8 % ниже контроля. Начиная с 41 суток

вегетации, где фиксировали начало бутонизации, отмечалось снижение содержания макроэлемента в растениях на удобренных вариантах по сравнению с контролем. Внесение только азотного удобрения уменьшало содержание фосфора в культуре с фазы бутонизации до фазы зеленой спелости на 9,09-23,8 %, добавление борного - на 7,8-18,2 % по сравнению с вариантом без удобрений.

В фазы елочка и активного роста применение азотного и борного удобрений существенного влияния на содержание калия в растениях льна-долгунца не оказывало (см. рис. 2). Достоверных различий между вариантами в данные фазы роста и развития технической культуры не отмечено. Однако в начале бутонизации растений содержание макроэлемента статистически значимо увеличилось при внесении азота и бора и составило 2,79 %, то есть на 18,7 % было выше контроля. Но всё же при дальнейшем развитии растений содержание калия при применении азотного и борного удобрений в культуре снижалось и составляло 1,68-1,97 %, что на 5,1-14,7 % ниже, чем в варианте без внесения удобрений.

Среднесуточное поглощение азота, фосфора и калия льном-долгунцом представлено в таблице. Согласно полученным данным, наибольшее количество азота за сутки культура поглощала в фазе активного роста. Добавление азотного удобрения увеличило суточный ритм потребления элемента минерального питания по сравнению с контрольным вариантом на 116 %, а совместное внесение азота и бора - на 165,5 %. С начала бутонизации среднесуточное поглощение азота снижалось во всех вариантах, высокое среднесуточное потребление фосфора отмечалось в фазе активного роста культуры. Внесение только азота, а также совместно с бором, удлиняло период наибольшего среднесуточного поглощения фосфора. Добавление к азотному удобрению борного увеличило суточный ритм накопления макроэлемента в начале бутонизации, где 100 растениями льна-долгунца было накоплено 8,33 мг фосфора за сутки, что превышало контроль в 6,1 раз. Снижение суточного ритма потребления зольного элемента в варианте без применения удобрений происходило уже с начала бутонизации, при внесении азота и бора уменьшение среднесуточного поглощения элемента питания наблюдалось с конца бутонизации. Наибольшее среднесуточное потребление калия также наблюдалось в фазе активного роста во всех вариантах. Однако внесение азота и бора удлиняло максимальный период потребления макроэлемента (табл.).

Снижение интенсивности суточного ритма поглощения калия на контроле отмечалось уже на 34-е сут вегетации, в то время как при применении азотного удобрения - к началу бутонизации, а при добавлении борного удобрения - к концу бутонизации.

Максимальное количество азота растения льна-долгунца потребляли за довольно короткий промежуток времени, особенно ускоряло накопление макроэлемента вносимое азотное удобрение (рис. 3). При внесении азота наибольшее количество органического элемента усвоено культурой примерно за 3 нед - с начала активного роста и до бутонизации, и составляло 68,2 %. Добавление бора к азотному удобрению немного удлинило период потребления макроэлемента, за те же 3 недели технической культурой было потреблено 65,2 % азота. Что касается контрольного варианта, за данный промежуток времени льном-долгунцом усвоено только 47,1 % элемента питания. Внесение азота и бора влияло и на

скорость потребления фосфора растениями льна-долгунца (см. рис. 3).

**Влияние азота и бора на динамику потребления элементов питания льном-долгунцом за сутки по фазам роста и развития, мг/100 растений**

№	Вариант	мг/100 растений						
		Фаза развития, сутки вегетации						
		елочка, 21	начало активного роста, 26	активный рост, 34	начало бутонизации, 41	бутонизация, 48	цветение, 55	зеленая спелость, 63
N								
1	Контроль (б/у)	2,7	12,0	0,2	0,4	1,6	6,7	0,0
2	N	5,1	25,9	13,2	2,3	6,8	5,0	0,0
3	N + B	4,9	31,9	16,6	0,9	0,7	4,2	4,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
1	Контроль (б/у)	0,8	3,9	1,1	1,4	0,9	2,1	0,4
2	N	0,8	5,7	5,3	4,7	5,0	0,0	0,0
3	N + B	0,9	4,4	6,2	8,3	1,7	0,5	0,0
K <sub>2</sub> O								
1	Контроль (б/у)	3,2	24,7	3,6	0,0	4,9	0,2	1,3
2	N	3,5	30,4	25,8	0,0	15,6	2,4	0,0
3	N + B	3,5	26,7	30,8	18,6	0,0	5,3	1,3

Максимальное количество зольного элемента питания при применении удобрений культура поглощала также в короткий промежуток времени - примерно за 3 нед - с начала активного роста до бутонизации. При внесении только азота льном-долгунцом за это время было потреблено 71,3 % макроэлемента, совместное внесение азотного и борного удобрений увеличило накопление фосфора технической культурой, за тот же срок растения накопили 73,7 % питательного элемента. В контрольном варианте поглощение фосфора льном-долгунцом было растянуто и практически совпадало с периодом вегетации. Наибольшее количество калия растения льна-долгунца потребляли за еще более короткий промежуток времени (см. рис. 3). Примерно за 2,5 нед техническая культура без внесения удобрений усваивала 72,5 % калия, совместное применение азота и бора ускоряло поглощение макроэлемента, за тот же промежуток времени растения льна-долгунца потребили 87,7 % зольного элемента питания. Добавление азотного удобрения в питательную среду удлинило период накопления калия культурой. С начала активного роста и до начала бутонизации льном-долгунцом было потреблено 64,1 % элемента.

Максимальное количество азота растения льна-долгунца потребляли за довольно короткий промежуток времени, особенно ускоряло накопление макроэлемента вносимое азотное удобрение (рис. 3). При внесении азота наибольшее количество органического элемента усвоено культурой примерно за 3 нед - с начала активного роста и до бутонизации, и составляло 68,2 %. Добавление бора к азотному удобрению немного удлинило период потребления макроэлемента, за те же 3 недели технической культурой было потреблено 65,2 % азота. Что касается контрольного варианта, за данный промежуток времени льном-долгунцом усвоено только 47,1 % элемента питания. Внесение азота и бора влияло и на скорость потребления фосфора растениями льна-долгунца (см. рис. 3).

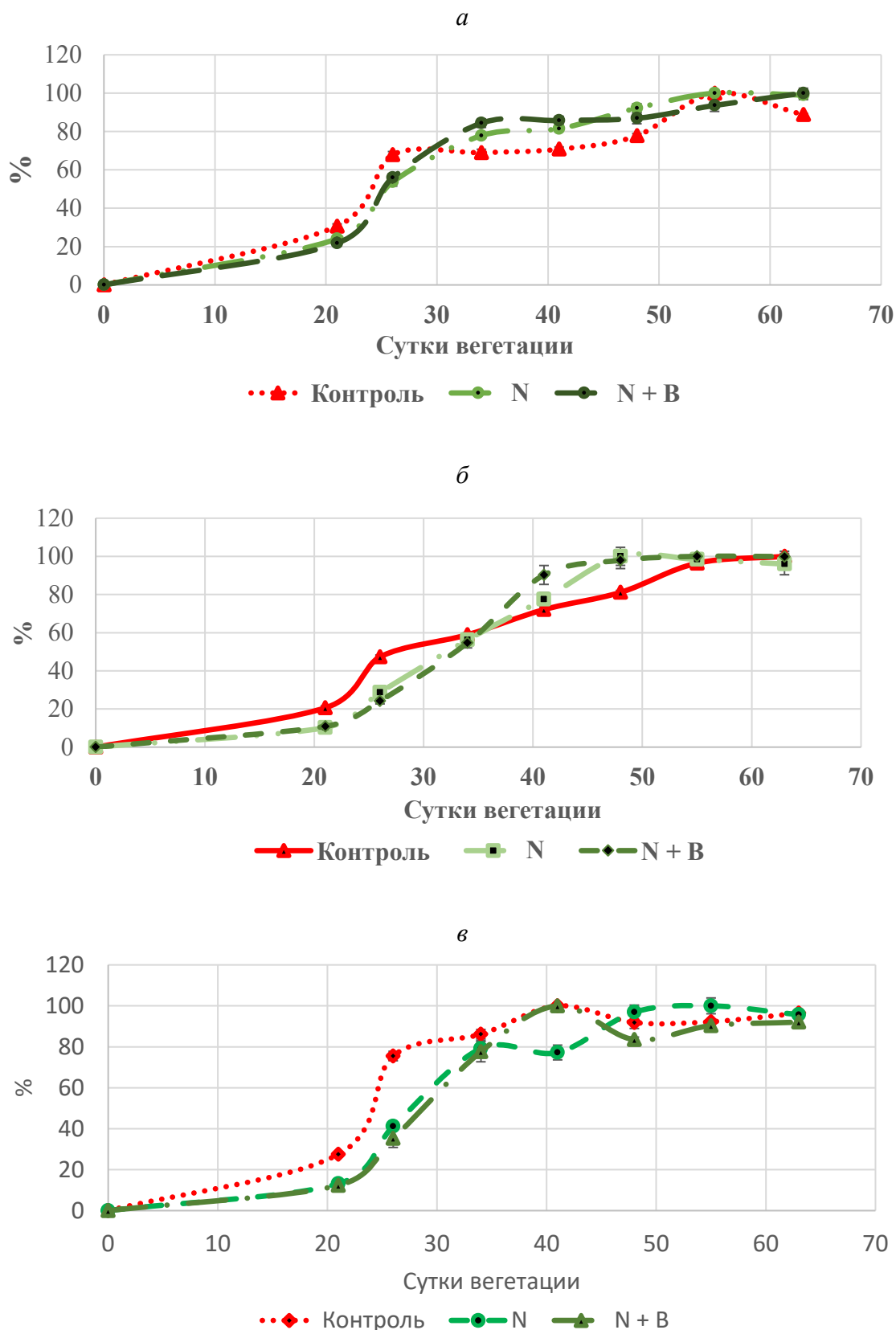


Рис. 3. Влияние азота и бора на вынос азота (а), фосфора (б) и калия (в) растениями льна-долгунца по фазам вегетации, % от максимального

Максимальное количество зольного элемента питания при применении удобрений культура поглощала также в короткий промежуток времени - примерно за 3 нед – с начала активного роста до бутонизации. При внесении только азота льном-долгунцом за это время было потреблено 71,3 % макроэлемента, совместное внесение азотного и борного удобрений увеличило накопление фосфора технической культурой, за тот же срок растения накопили 73,7

% питательного элемента. В контрольном варианте поглощение фосфора льном-долгунцом было растянуто и практически совпадало с периодом вегетации. Наибольшее количество калия растения льна-долгунца потребляли за еще более короткий промежуток времени (см. рис. 3). Примерно за 2,5 нед техническая культура без внесения удобрений усваивала 72,5 % калия, совместное применение азота и бора ускорило поглощение макроэлемента, за тот



же промежуток времени растения льна-долгунца потребовали 87,7 % зольного элемента питания. Добавление азотного удобрения в питательную среду удлинило период накопления калия культурой. С начала активного роста и до начала бутонизации льном-долгунцом было потреблено 64,1 % элемента.

Коэффициенты использования элементов питания льном-долгунцом из почвы изменялись в течение всего периода вегетации (рис. 4). Коэффициент использования азота из почвы растениями технической культуры находился в пределах 9,45-30,84 %. Наименьшие значения показателя отмечались в фазе елочки, когда корневая система культуры была еще слабо развита и не могла в полной мере использовать азот из почвы. В фазе цветения КИП<sub>N</sub> из почвы был максимальным и составлял 30,84 %.

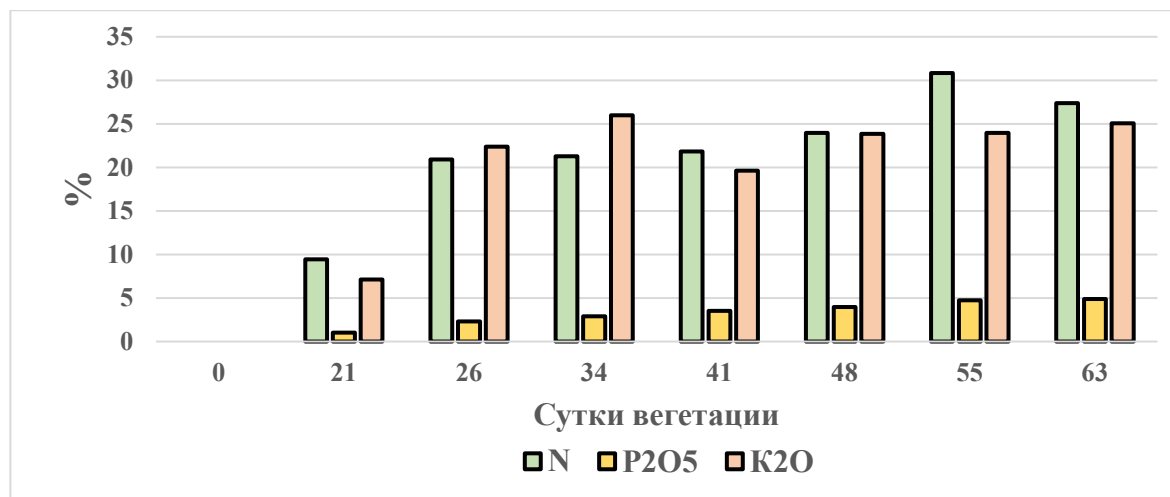


Рис. 4. Влияние азота и бора на изменение коэффициентов использования макроэлементов растениями льна-долгунца по фазам вегетации из почвы, %

Коэффициенты использования азота из удобрений льном-долгунцом изменялись в течение всего периода вегетации и зависели от вносимых удобрений (рис. 5). В фазе елочки техническая культура использовала 12 % от внесенного азота в вариантах с применением только азотного удобрения и с добавлением бора. Однако уже начиная с фазы активного роста коэффициент использования макроэлемента льном-долгунцом из удобрения при внесении бора был выше, такая закономерность сохранялась вплоть до зеленой спелости культуры. КИУ<sub>N</sub> в данном варианте находился в пределах 12-74 %, что выше значений, полученных при применении только азотного удобрения, на 3,7-30,8 %.

Проведенные исследования показали, что в вегетативной массе льна-долгунца больше всего макроэлементов в молодых растениях. По мере роста и развития культуры количество азота, фосфора и калия снижается и к фазе зеленой спелости достигает наименьшей величины. Содержание азота в молодых растениях составляло 4-7 %, фосфора – 1-1,2, калия- 4,6-4,8 %, в фазе зеленой спелости – 1,3-1,5; 0,5-0,6 и 1,7-1,8 % соответственно. При внесении удобрений к фазе елочки лен-долгунец усваивал 22-24 % азота, 10-11 фосфора и 12-13 % калия; к началу цветения – 81-85 % азота, 77-90 фосфора и 83-97 % калия от максимального количества. Причем применение азота увеличивало содержание органического элемента питания в растениях, особенно ярко выражены эти различия в фазе елочки.

Согласно полученным данным, совместное внесение азотного и борного удобрений повышало урожай льна-

долгунца, содержание азота и вынос культурой питательных веществ, так как при использовании для закладки опыта окультуренной почвы, хорошо обеспеченной кальцием и фосфором, доступность микроэлемента для питания растений снижалась и недостаток бора проявлялся сильнее.

Суточное потребление элементов питания в определенные фазы развития культуры - важная характеристика питания льна-долгунца. Наибольший суточный ритм поглощения азота, фосфора и калия технической культурой был в фазе активного роста, опережая при этом накопление органической массы. При внесении азотных удобрений суточный ритм макроэлементов значительно возрастал.

Наименьшие коэффициенты использования питательных веществ льном-долгунцом из почвы отмечались в фазе елочки, когда корневая система культуры еще слабо развита и не может в полной мере использовать элементы питания из почвы. Максимальные значения показателя отмечены в фазы цветения и зеленой спелости, коэффициент использования из почвы азота составлял 31 %, фосфора – 5, калия – 25 %. Коэффициент использования азота льном-долгунцом из азотных удобрений – 71-74 %. Можно предположить, что столь высокие коэффициенты использования элементов минерального питания из почвы и удобрений льном-долгунцом получены в вегетационном опыте с ограниченной площадью питания, в полевых условиях значения коэффициентов, безусловно, будут ниже.

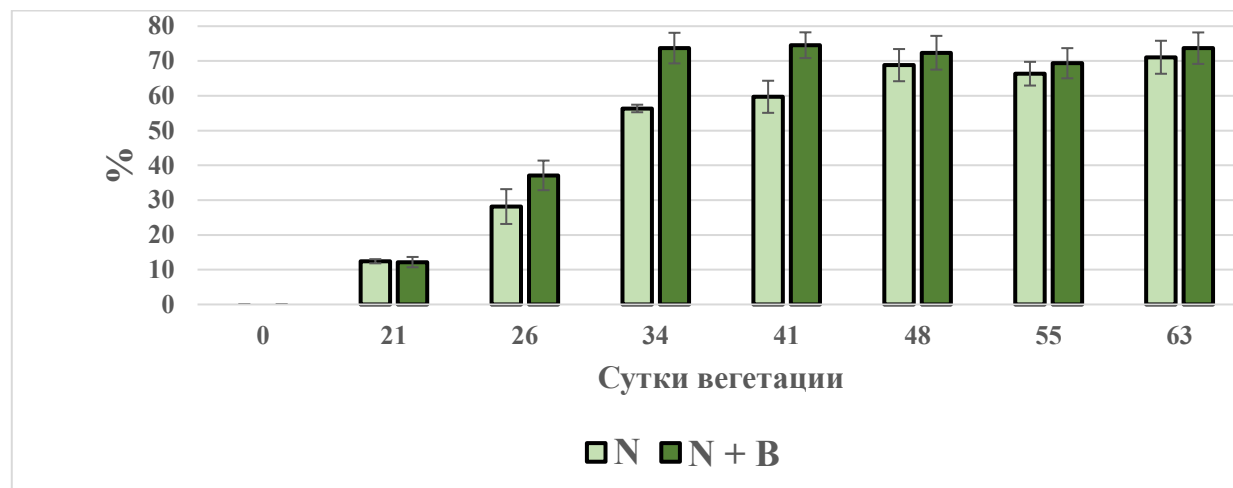


Рис. 5. Влияние азота и бора на изменение коэффициентов использования азота растениями льна-долгунца по фазам вегетации из удобрений

**Заключение.** Во время интенсивного, «быстрого» роста лен-долгунец потребляет наибольшее количество азота, фосфора и калия. Именно в этот межфазный период наблюдается максимальная среднесуточная скорость поглощения макроэлементов растениями культуры. Установленные закономерности потребления элементов минерального питания льном-долгунцом, характер их поглощения по фазам развития свидетельствуют, что для получения максимально возможного урожая культуры высокого качества необходимо лен-долгунец обеспечить питательными веществами в начальные периоды роста, разработав правильную систему применения удобрений.

#### Литература

1. Кидин В.В. Использование растениями элементов питания из разных слоев дерново-подзолистой почвы / В.В. Кидин, Ю.Е. Гусева // Доклады ТСХА: Сборник статей. – М. Вып. 286, Ч. 2. – М.: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – С. 17-19.
2. Купцевич Н.А. Оптимизация элементов технологии возделывания льна в условиях южного Зауралья / Н.А. Купцевич // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – № 3(27). – С. 38-43.
3. Ходякова С.Ф. Динамика потребления питательных элементов в онтогенезе льна-долгунца / С.Ф. Ходякова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 29-31.
4. Гусева Ю.Е., Смолина Г.А., Пронин А.М. Влияние разных форм азота и бора на урожай и вынос макроэлементов льном-долгунцом (*Linum usitatissimum* L.f. *elongata*) при возделывании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 3. – С. 85-95. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-3-85-95>
5. Налиухин А.Н. Оптимизация азотного питания льна-долгунца при его возделывании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / А.Н. Налиухин // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С.36-43.
6. Конова А.М. Продуктивность и качество льна-долгунца при применении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений препаратом Контролфит / А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 7. – С. 22-26. – DOI 10.28983/asj.y2022i7pp22-26.
7. Понажеев В.П. Лен и конопля: зонально-адаптивные сорта и технологии производства / В.П. Понажеев [и др.]. – Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. – 324 с.
8. Налиухин А.Н. Почвенная диагностика азотного питания льна-долгунца / А.Н. Налиухин // Агрохимия. – 2016. – № 7. – С. 24-36.
9. Стимулирующее действие боросодержащих хелатных комплексов на лён-долгунец / А.А. Петрова, Т.И. Смирнова, М.Н. Павлов [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2020. – № 2(40). – С. 143-149. – DOI 10.26456/vtchem2020.2.18.

#### THE INFLUENCE OF NITROGEN AND BORON ON THE DYNAMICS OF ACCUMULATION OF MACROELEMENTS IN FIBER FLAX

J.E. Guseva

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, e-mail: [uguseva@rgau-msha.ru](mailto:uguseva@rgau-msha.ru)

The influence of nitrogen and boron on the dynamics of accumulation of macronutrients in fiber flax was studied. The content of dry matter and nutrients in an agricultural crop was determined by the phases of growth and development. The coefficients of use of macronutrients from the soil, nitrogen from fertilizers is determined. It has been established that the largest daily rhythm of absorption of nitrogen, phosphorus and potassium by fiber flax occurs in the phase of active growth, while ahead of the accumulation of organic mass, and when nitrogen is added, the average daily consumption of macronutrients increases significantly.

Key words: fiber flax, nitrogen, phosphorus, potassium, boron.