

# ВЛИЯНИЕ ЭПИНА И КАЛИЯ ПРИ ИХ РАЗДЕЛЬНОМ И СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

## INFLUENCE EPIN AND POTASSIUM AT THEIR SEPARATE AND COMBINED USE ON PHYSIOLOGICAL PROCESSES FIBER FLAX

*T. Lushnikova*

*Summary.* Processing of plants of a fiber flax solutions of an epin and chloride of potassium promotes an intensification of physiological processes, namely increase in intensity of photosynthesis, increase in maintenance of a chlorophyll in leaves; to increase in intensity of breath and a share of breath of growth at fiber flax plants. It stimulates growth processes and increases efficiency of a fiber flax.

*Keywords:* flax, эпин, potassium, photosynthesis, breath, growth, efficiency.

*Лушникова Татьяна Александровна*

*К.б.н., ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, Россия  
ta-lushnikova@yandex.ru*

*Аннотация.* Обработка растений льна-долгунца растворами эпина и хлорида калия способствует интенсификации физиологических процессов, а именно повышению интенсивности фотосинтеза, увеличению содержания хлорофилла в листьях; повышению интенсивности дыхания и доли дыхания роста у растений льна-долгунца. Это стимулирует ростовые процессы и повышает продуктивность льна-долгунца.

*Ключевые слова:* лён, эпин, калий, фотосинтез, дыхание, рост, продуктивность.

### Введение

**Р**егуляция обмена веществ у живых организмов является одной из наиболее актуальных, современных проблем биологии. В регуляции физиологических процессов, роста и урожайности растений важную роль играет взаимодействие фитогормонов и элементов минерального питания. Минеральное питание обеспечивает субстрат для роста и формирования урожая, оказывает влияние на содержание гормонов в растении. Гормональный статус регулирует поглощение элементов минерального питания и координирует распределение ассимилятов, как между корнями и наземной частью, так и между генеративной и репродуктивной сферами, [4]. Однако, сведений о совместном действии регуляторов и элементов минерального питания на рост, развитие и продуктивность растений еще недостаточно.

### Цель исследования

Изучить особенности физиологического действия синтетического аналога брассиностероидов — эпина и калия на физиологические процессы льна-долгунца, при их раздельном и совместном применении.

### Объекты и методы исследования

Исследования влияния эпина и калия на физиологические процессы льна-долгунца проводились в услови-

ях полевого опыта. Семена льна высевались на делянках площадью 5 м<sup>2</sup>. Обработка растений проводилась путем опрыскивания в фазу «ёлочки» растворами эпина (0,05 мг/л) и 1% раствором КС1. Контрольные растения опрыскивались водой. На протяжении онтогенеза измеряли интенсивность фотосинтеза, дыхания, содержание хлорофилла, размеры побегов [3]. Биологическая повторность 4 кратная, аналитическая — 3 кратная. Полученные результаты были статистически обработаны [2].

### Результаты исследования и их обсуждение

1. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на фотосинтез льна-долгунца

Рост и продуктивность сельскохозяйственных растений во многом зависят от интенсивности энергетического обмена, важными сторонами которого являются процессы фотосинтеза и дыхания [9]. Нами изучалось действие эпина, раздельно и совместно с калием, на содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза.

Проведенные исследования показали (рисунок 1), что независимо от варианта опыта максимальное содержание хлорофилла в побегах льна-долгунца отмечалось в фазу цветения. Обработка растений растворами эпина и хлорида калия существенно повысила содержание хлорофилла в растениях льна. Так, под влиянием обра-

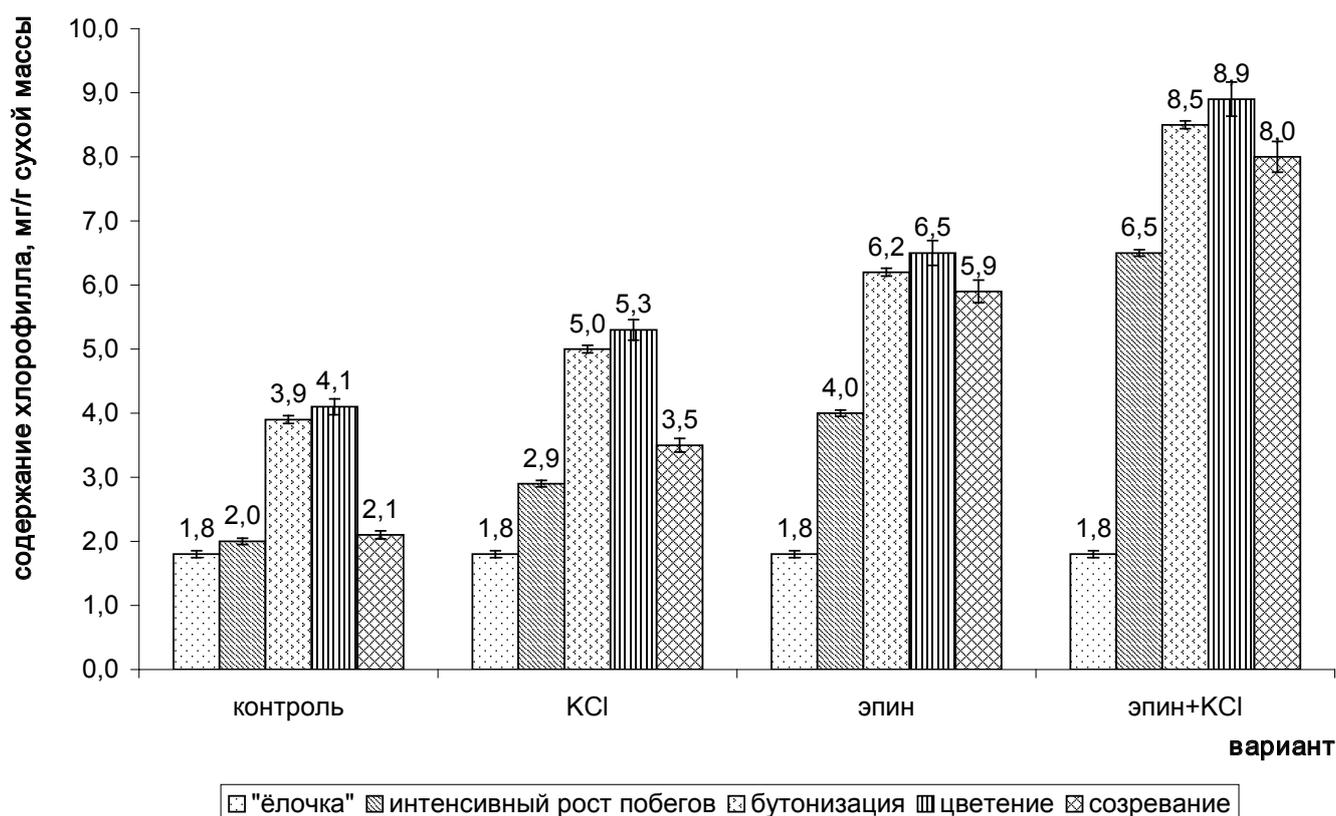


Рис. 1. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на содержание хлорофилла в растениях льна-долгунца в разные фазы онтогенеза

ботки эпином в фазу цветения содержания хлорофилла повысилось на 59%, а под влиянием калия на 29%. В литературе отмечается, что под влиянием калия повышается активность хлорофиллазы, фермента катализирующего образование хлорофилла и прохлорофилла [8]. Наибольшее стимулирующее действие на содержание хлорофилла на всем протяжении онтогенеза оказала совместная обработка эпином и хлоридом калия. В фазу цветения повышение этого показателя при совместном действии составляет 188%.

Таким образом, эпин и калий значительно усилили стимулирующее действие друг друга. Это позволяет говорить о синергическом характере взаимодействия эпина и калия. Значительное повышение хлорофилла в побегах льна-долгунца в фазу созревания говорит о том, что совместная обработка эпином и хлоридом калия тормозит разрушение хлорофилла и оказывает омолаживающее действие на растения (рисунок 1).

В литературе отмечается, что более высокому содержанию хлорофилла соответствует более интенсивный процесс фотосинтеза [1]. Из приведенных данных таблицы 1 видно, что обработка растений эпином и хло-

ридом калия способствовала увеличению интенсивности фотосинтеза побегов льна-долгунца. В литературе имеются данные, что калий является одним из факторов формирования фотосинтетического аппарата растений [8]. Наиболее высокая интенсивность фотосинтеза наблюдалась у растений, обработанных эпином совместно с калием, причем эти два регулятора значительно усилили эффект друг от друга. Это также позволяет говорить о синергическом характере взаимодействия эпина и калия.

Ассимиляты, накопленные в ходе фотосинтеза, могут расходоваться на процессы роста и в качестве субстрата для дыхания. Анализ полученных данных показал, что под влиянием обработки исследуемыми регуляторами снизилась интенсивность дыхания побегов льна-долгунца (таблица 2).

Энергетические эквиваленты, образующиеся в результате дыхания, используются как на биосинтетические процессы *de novo* — дыхание роста, так и на поддержание уже существующей биомассы растения — дыхание поддержания [6]. В этой связи нами проводилось изучение влияния обработки эпином и хлоридом калия

Таблица 1. Влияние эпина и калия при их отдельном и совместном применении на интенсивность фотосинтеза льна-долгунца (фаза цветения)

Интенсивность фотосинтеза	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин+ KCl
мг CO <sub>2</sub> г·ч	0,38 ± 0,02	0,41 ± 0,02	0,63 ± 0,03	1,22 ± 0,06
%	100	105	163	321

Таблица 2. Влияние эпина и калия при их отдельном и совместном применении на дыхание растений льна-долгунца (фаза цветения)

Интенсивность дыхания	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин+ KCl
мг CO <sub>2</sub> г·ч	1,83 ± 0,09	1,43 ± 0,07	1,60 ± 0,08	1,56 ± 0,08
%	100,0%	78,1%	87,4%	85,2%

Таблица 3. Влияние эпина и калия при их отдельном и совместном применении на функциональные составляющие дыхания растений льна-долгунца (фаза цветения)

Вариант	Функциональные составляющие дыхания				
	Суммарное дыхание, мг CO <sub>2</sub> / г ч	Дыхание поддержания, мг CO <sub>2</sub> / г ч	Доля дыхания поддержания, %	Дыхание роста, мг CO <sub>2</sub> / г ч	Доля дыхания роста, %
контроль	1,83±0,09	1,39±0,05	76	0,44±0,02	24
KCl	1,43±0,07	1,02±0,04	71	0,41±0,02	29
эпин	1,60±0,08	0,46±0,01	29	1,14±0,03	71
эпин + KCl	1,56±0,08	0,41±0,02	26	1,15±0,04	74

на функциональные составляющие дыхательного процесса (таблица 3).

Обработка полученных результатов показала, что под действием эпина и калия как при отдельной, так и при совместной обработке уменьшилась доля дыхания поддержания и увеличилась доля дыхания роста (таблица 3). Наибольшая доля дыхания роста наблюдалась у растений, обработанных эпином совместно с хлоридом калия. Повышение доли дыхания роста составило 50%. Повышение этого показателя энергетического обмена свидетельствует о большем использовании в опытных вариантах энергетических эквивалентов, образующихся в результате дыхания, на биосинтетические процессы.

#### 2. Влияние эпина и калия при их отдельном и совместном применении на показатели роста льна-долгунца

В качестве показателей роста измерялись длина стебля, число листьев, их линейные размеры, листовая поверхность. Анализ проведенных измерений показал, что удлинение побегов льна-долгунца идет весьма нерав-

номерно (рисунок 2). От фазы всходов до фазы ёлочка (27 июня) лен растет крайне медленно. В период от фазы ёлочка до фазы бутонизации (11 июля) наблюдалось интенсивное нарастание стебля льна. После фазы бутонизации приросты стеблей были незначительны. Это согласуется с данными литературы [5].

Обработка растений эпином и хлоридом калия и не изменила динамики, но усилила рост стебля льна-долгунца в течение всего периода онтогенеза (рисунок 3). В литературе отмечается, что брассиностероиды и калий способствуют растяжению клеток [7].

Важно отметить, что при совместной обработке калием и эпином их действие суммировалось. Так, например, 11 июля (фаза бутонизации) длина стебля под влиянием калия увеличилась на 14%, под влиянием эпина — на 33%, а при совместном действии калия и эпина — на 44%. Сходная картина по влиянию калия и эпина при их отдельном и совместном применении наблюдалась и в другие даты наблюдений. Это позволяет говорить, что в данном случае между калием и эпином проявляется аддитивный характер взаимодействия.

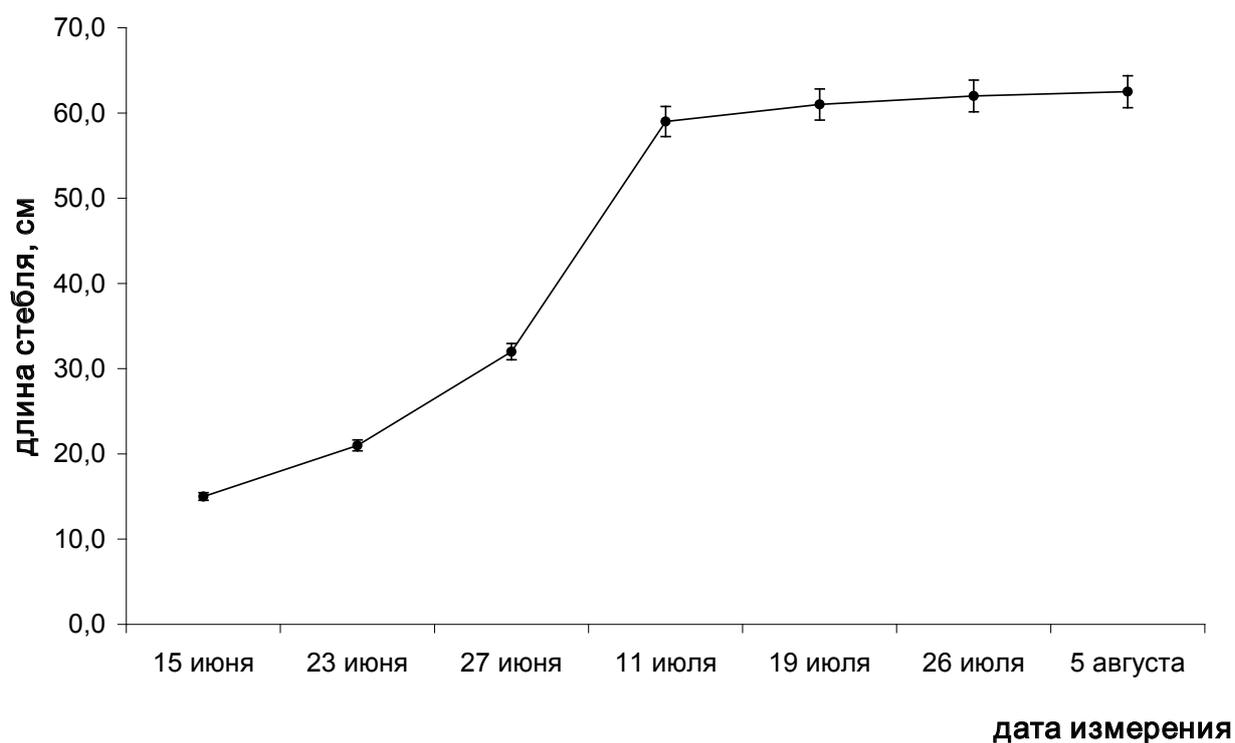


Рис. 2. Динамика роста льна-долгунца в онтогенезе (контроль).

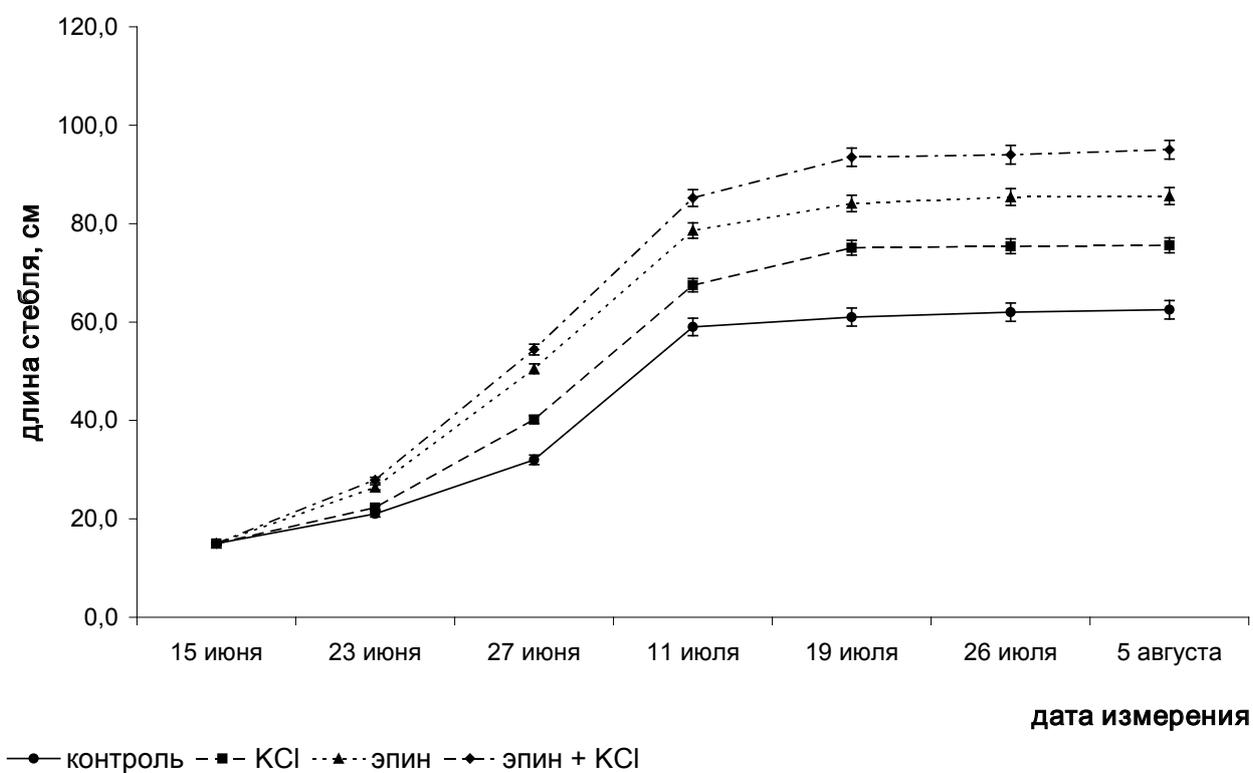


Рис. 3. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на длину стебля льна-долгунца.

Таблица 4. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на длину листа (см) льна-долгунца

Дата измерения	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин + KCl
15 июня	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1
23 июня	1,4 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,1
	100%	114%	114%	121%
27 июня	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1
	100%	113%	120%	127%
11 июля	1,7 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,6 ± 0,1
	100%	118%	124%	153%
19 июля	2,4 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,9 ± 0,1
	100%	104%	113%	121%
26 июля	2,4 ± 0,1	2,6 ± 0,1	2,9 ± 0,1	3,0 ± 0,1
	100%	108%	121%	125%
5 августа	2,4 ± 0,1	2,6 ± 0,1	2,9 ± 0,1	3,1 ± 0,1
	100%	108%	121%	129%

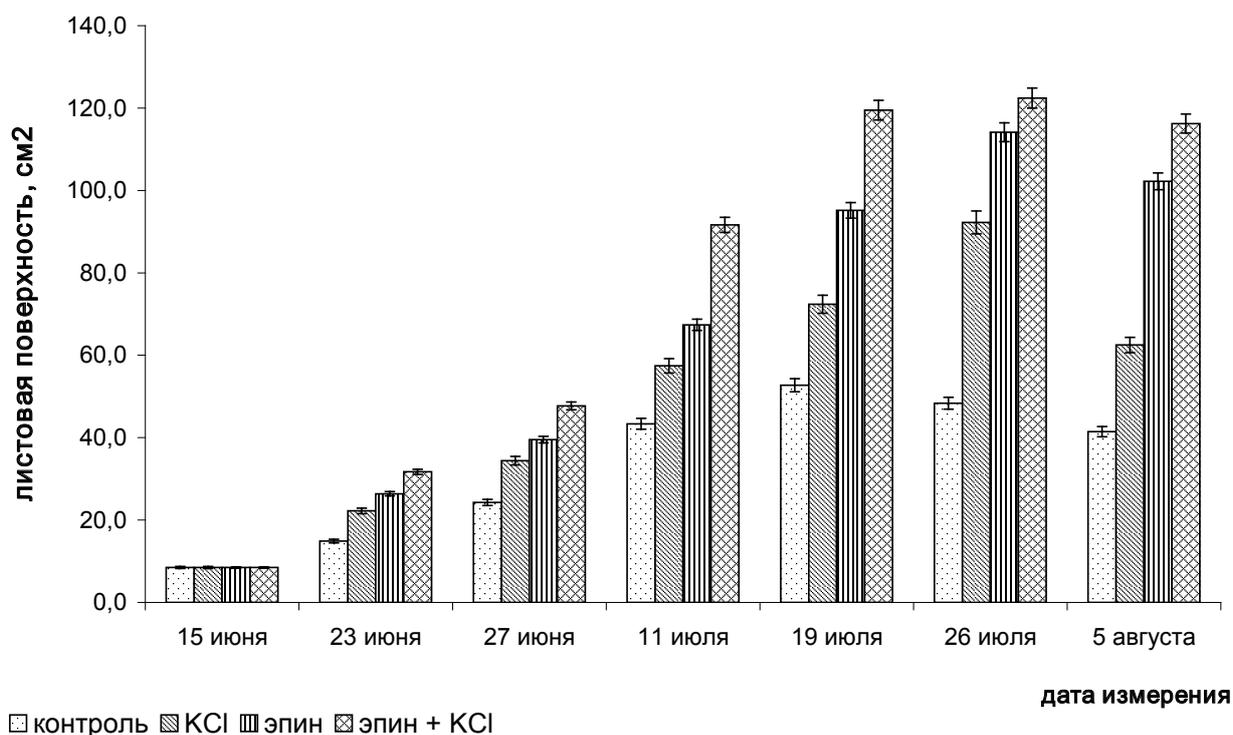


Рис. 4. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на листовую поверхность льна-долгунца.

Проведенные измерения размеров листьев показали, что рост листьев льна-долгунца не зависимо от варианта опыта закончился к 19 июля (фаза цветения) (рисунок 4). Обработка льна-долгунца 15 июня (фаза ёлочка) растворами эпина и хлорида калия способствовала увеличению листовой поверхности льна. Увеличение листовой поверхности происходило как за счет формирова-

ния большего числа листьев, так и за счет увеличения размеров листьев под влиянием обработки изучаемыми регуляторами (таблица 4, 5, 6).

Особенно благоприятное воздействие на формирование листовой поверхности оказала совместная обработка эпином и хлоридом калия. Так 19 июля (фаза

**Таблица 5. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на ширину листа (см) льна-долгунца**

Дата измерения	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин + KCl
15 июня	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01
23 июня	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,29 ± 0,01
	100%	104%	112%	116%
27 июня	0,27 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,32 ± 0,01
	100%	107%	115%	119%
11 июля	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,33 ± 0,01
	100%	103%	107%	110%
19 июля	0,31 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,02
	100%	103%	106%	113%
26 июля	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,02	0,38 ± 0,02	0,39
	100%	106%	115%	118%
5 августа	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,02	0,42 ± 0,02	0,43 ± 0,02
	100%	106%	127%	130%

**Таблица 6. Влияние эпина и калия при их раздельном и совместном применении на число листьев льна-долгунца**

Дата измерения	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин + KCl
15 июня	26 ± 1	26 ± 1	26 ± 1	26 ± 1
23 июня	39 ± 1	49 ± 1	54 ± 1	59 ± 1
	100%	126%	138%	151%
27 июня	55 ± 1	64 ± 2	65 ± 2	72 ± 2
	100%	116%	118%	131%
11 июля	78 ± 1	85 ± 3	92 ± 3	98 ± 3
	100%	109%	118%	126%
19 июля	65 ± 2	83 ± 3	98 ± 3	108
	100%	128%	151%	166%
26 июля	56 ± 2	93 ± 2	95 ± 3	96 ± 2
	100%	166%	170%	171%
5 августа	48 ± 1	63 ± 2	77 ± 2	80 ± 2
	100%	131%	160%	167%

**Таблица 7. Влияние регуляторов на структуру биологического урожая льна-долгунца**

Показатели	Вариант			
	контроль	KCl	эпин	эпин+KCl
Масса 10 растений, г.	6,20±0,31	6,80±0,34	7,60±0,38	8,30±0,4
	100%	109,7%	122,6%	133,9%
Масса побегов 10 растений, г.	4,60±0,23	5,00±0,24	5,20±0,28	5,40±0,31
	100%	108,7%	113,0%	117,4%
Масса коробочек с 10 растений, г.	1,60±0,08	1,90±0,95	2,00±0,1	2,10±1,05
	100%	118,8%	125,0%	131,3%
Аттрагирующая способность коробочек	0,34	0,38	0,38	0,39
	100%	111,8%	111,8%	114,7%
Число семян в коробочке, шт.	8,78±0,44	9,10±0,46	9,08±0,45	9,20±0,46
	100%	103,6%	103,4%	104,8%
Аттрактивная способность семян	1,55	2,15	2,63	2,77
	100%	138,7%	169,7%	178,7%

цветения) средняя листовая поверхность у растений, обработанных хлоридом калия повысилась на 37%, обработанных эпином — на 81%, а у растений одновременно обработанных эпином и хлоридом калия — на 127%, что свидетельствует об аддитивном характере взаимодействия между данными регуляторами. Сходная картина наблюдалась и в даты измерений. Важно, что наиболее интенсивному росту соответствовала наибольшая доля дыхания роста (таблица 3).

3. Влияние кинетина, эпина и калия при их отдельном и совместном применении на продуктивность льна-долгунца

В качестве показателей продуктивности нами анализировались: изменение масса 10 растений, масса побегов 10 растений, масса коробочек с 10 растений, число семян в коробочке, аттрагирующая способность семян, аттрактивная способность коробочек (таблица 7).

Внесение изучаемых регуляторов способствовало увеличению данных показателей урожайности. Из данных таблицы 7 видно, что под влиянием обработки эпином и хлоридом калия увеличились сухая масса растений, масса коробочек на растении, число семян в коробочке. Важно, что при совместной обработке изучаемыми регуляторами их действие суммировалось, это говорит об аддитивном характере взаимодействия между эпином и калием. Увеличение массы коробочек и числа семян в коробочке связано с усилением притока питательных веществ к семенам, то есть повышения аттрагирующей способности коробочек и аттрактивной способности семян (таблица 7).

Таким образом, обработка эпином и калием при их совместном и раздельном применении способствовала повышению интенсивности фотосинтеза, доли дыхания роста, что стимулировало ростовые процессы льна-долгунца и обеспечило формирование большей продуктивности.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Обработка растений раствором эпина в концентрации 0,05 мг/л и 1% раствором хлорида калия способствует интенсификации физиологических процессов, повышает интенсивность фотосинтеза, увеличивает содержание хлорофилла в листьях; повышает интенсивность дыхания и долю дыхания роста у растений льна-долгунца.

2. Обработка растений льна-долгунца эпином и хлоридом калия стимулирует ростовые процессы и повышает продуктивность льна-долгунца.

3. Наибольшая интенсификация физиологических процессов происходит под действие совместного влияния эпина и хлорида калия.

4. При совместном применении синтетического аналога брассиностероидов — эпина и хлорида калия проявляется синергизм в регуляции фотосинтеза и аддитивный характер взаимодействия при регуляции процессов роста.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. — М.: Наука, 2000, 136 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Колос, 1965, 423 с.
3. Иванов В. Б. Практикум по физиологии растений. — М.: Издательский центр «Академия», 2001, 144 с.
4. Коркина Т.А., Якушкина Н. И. Влияние калийного питания и кинетина на содержание фитогормонов и калия в органах пшеницы //Агрохимия, № 6, С. 52–56].
5. Майсуран Н. А. Растениеводство: Лабораторно-практические занятия. — М.: Колос, 1964, 400 с.
6. Семихатова О. А. Дыхание поддержание и адаптация растений // Физиология растений, 1995, Т. 42, № 2, С. 312–319.
7. Шевелуха. В. С. Регуляторы роста растений. — М.: «Агропром», 1990, 185 с.
8. Шишкану Г. В. Элементы минерального питания как фактор формирования фотосинтетического аппарата у яблони. //Минеральные элементы и механизм фотосинтеза. Кишинёв, 1969, С. 137–146.
9. Якушкина Н. И. Энергетический обмен и рост растений // Особенности гормональной регуляции процессов обмена и темпов роста растений. — М.: Изд-во МОПИ им. Н. К. Крупской, 1983, С. 3–11.

© Лушникова Татьяна Александровна ( ta-lushnikova@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»