

помошch'yu paketa programm Field Expert // Festival' issledovatel'skikh i tvorcheskikh rabot uchashchikhsya «Portfolio». Sbornik opisaniy rabot. 2006-2007 uchebnyi god: Kniga 2. – M.: ООО «Chistyе prudы», 2007. – S. 379.

7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – No. 1. – P. 36-40.



УДК 635.65:631.847.21:631.811.98

**М.С. Комок, А.В. Пирог, В.В. Волкогон**  
M.S. Komok, A.V. Pirog, V.V. Volkogon

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ИНОКУЛЯНТЕ ДЛЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

### OPTIMIZATION OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES CONTENT IN THE INOCULUM FOR LEGUMES

**Ключевые слова:** ауксины, цитокинины, *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium lupini*, люпин желтый, соя, Ризогумин.

**Keywords:** auxins, cytokinins, *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium lupini*, yellow lupine, soybean, Rhizogumin

Цель работы – исследование влияния различного содержания физиологически активных веществ в препарате клубеньковых бактерий на формирование и активность симбиотических систем сои и люпина желтого, а также продуктивность культур. В опыте с соей установлено, что экспериментальные препараты с содержанием ауксинов в пределах от 2,55 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,61 до 2,01 мкг/г положительно влияли на рост и развитие растений сои, обеспечивали увеличение количества клубеньков на 26-40%, их массы – на 29-39%, нитрогеназной активности – на 18-43% по отношению к показателям варианта с использованием бактериальной суспензии. В опыте с люпином желтым все исследуемые препараты обеспечили прирост массы клубеньков на 18-107% в сравнении с инокуляцией семян бактериальной суспензией. Азотфиксирующую активность симбиотических систем растений люпина стимулировали препараты с содержанием ауксинов в диапазоне от 1,41 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,38 до 2,01 мкг/г. В этих вариантах наблюдали увеличение показателей азотфиксирующей активности на 22-66% к показателям положительного контроля. Анализируя данные исследований, следует отметить, что для сои и люпина наиболее оптимальным является био-препарат, содержащий кроме стандартного количества клубеньковых бактерий 4,83 мкг/г ауксинов и 1,08 мкг/г цитокининов. Высокая эффективность препарата с оптимальным содержанием фитогормонов подтверждена результатами полевых и производственных опытов с соей и люпином желтым.

The research goal was to study the effect of different contents of physiologically active substances in the preparation of nodule bacteria on the formation and activity of soybean and yellow lupine symbiotic systems, and also on the crop productivity. The experiment with soybean revealed that the experimental preparations with the auxin content ranging from 2.55 µg g to 9.39 µg g, and the cytokinins content – from 0.61 µg g to 2.01 µg g rendered positive effect on the growth and development of soybean plants, provided the increase of nodules amount by 26-40%, their weight by 29-39%, and the nitrogenase activity by 18-43% as compared to the use of bacterial suspension. The experiment with yellow lupine revealed that all investigated preparations ensured nodule weight gain by 18-107% as compared to seed inoculation with bacterial suspension. The symbiotic nitrogen-fixing activity of lupine plant systems was stimulated by the preparations with auxin content ranging from 1.41 µg g to 9.39 µg g and cytokinins content – from 0.38 µg g to 2.01 µg g. Both variants revealed the increase of nitrogen-fixing activity indexes by 22-66% compared to the positive control. Analyzing research data, it should be noted that the most optimal biological preparation for soybean and lupine, in addition to the standard amount of nodule bacteria, should contain 4.83 µg g of auxins and 1.08 µg g of cytokinins. The high effectiveness of the preparation with the optimal content of phytohormones was proved by field and laboratory tests with soybean and yellow lupine.

**Комок Максим Сергеевич**, к.с.-х.н., с.н.с., лаборатория почвенной микробиологии, Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины, г. Чернигов. Тел.: (04622) 3-17-49; 0968493924. E-mail: max\_komok@mail.ru.

**Пирог Александр Викторович**, м.н.с., лаборатория вирусологии, Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины, г. Чернигов. Тел.: (04622) 3-17-49; 0681309403. E-mail: altrockman@mail.ru.

**Волкогон Виталий Васильевич**, д.с.-х.н., проф., чл.-корр. НААН, директор Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины, г. Чернигов. Тел.: (04622) 3-17-49. E-mail: volkogon@ukr.net.

**Komok Maksim Sergeevich**, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Industry of Natl. Acad. of Agr. Sci., Chernigov, Ukraine. Ph.: (04622) 3-17-49; 0968493924. E-mail: max\_komok@mail.ru.

**Pirog Aleksandr Viktorovich**, Junior Staff Scientist, Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Industry of Natl. Acad. of Agr. Sci., Chernigov, Ukraine. Ph.: (04622) 3-17-49; 0681309403. E-mail: altrockman@mail.ru.

**Volkogon Vitaliy Vasilyevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Director, Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Industry of Natl. Acad. of Agr. Sci., Chernigov, Ukraine. Ph.: (04622) 3-17-49. E-mail: volkogon@ukr.net.

### Введение

Основным приемом повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза является применение микробных препаратов на основе активных штаммов клубеньковых бактерий. Тем не менее получаемые от инокуляции семян результаты часто бывают невысокими, поскольку бактерии подвергаются действию абиотических, антропогенных и биотических факторов. Одним из путей решения данной проблемы может быть создание биопрепаратов комплексного действия, которые включали бы, кроме бактериального компонента, физиологически активные вещества (ФАВ), имеющие разностороннее влияние на рост и развитие растений. Так, имеются сообщения об усилении активности процесса симбиотической азотфиксации при совместном применении предпосевной бактериализации и стимуляторов роста [1]. В то же время имеются предостережения против совмещения микробных препаратов с регуляторами роста растений в связи с тем, что оба вида препаратов содержат ФАВ, действие которых на продукционный процесс культурных растений при передозировке может иметь отрицательные последствия [2].

Поэтому для разработки микробных препаратов комплексного действия (которые включали бы кроме бактериального компонента и физиологически активный) важным вопросом является определение оптимальной фитогормонального обеспечения.

### Объекты и методы

Объектами исследования были растения сои (*Glycine max* (L.) Merr.) сорта Аннушка, растения люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) сорта Прогрессивный, клубеньковые бактерии сои *Bradyrhizobium japonicum* М 8 и люпина желтого *Rhizobium lupini* 367а. В опыте использовали торфяной препарат «Ризогумин» со стандартным титром клубеньковых бактерий ( $2,0 \times 10^9$  клеток/г препарата) и раз-

личным содержанием индолилуксусной кислоты (ИУК) и цитокининов.

Содержание ИУК и цитокининов в биопрепарате определяли с помощью методов твердофазного иммуноферментного анализа [3, 4].

Влияние различных доз ФАВ на формирование и эффективность бобово-ризобияльного симбиоза изучали в условиях вегетационных опытов. Инокуляцию семян проводили экспериментальными препаратами, в состав которых входила водная вытяжка биогумуса с различным содержанием фитогормонов (которое было предварительно определено методом твердофазного иммуноферментного анализа) и суспензия *B. japonicum* для сои или *R. lupini* 367а для люпина. Исследуемые препараты содержали фитогормоны ауксиновой природы в диапазоне от 0,55 до 18,52 мкг/г препарата, а вещества цитокининовой природы (зеатин + зеатинрибозид) – от 0,20 до 3,88 мкг/г препарата. Контролями были варианты с обработкой семян водой и инокуляцией *B. japonicum* М 8 для сои и *R. lupini* 367а для люпина желтого. Повторность опытов – четырехкратная.

Растения сои и люпина желтого выращивали на стерильном песке. В субстрат вносили смесь Прянишникова с содержанием азота 0,2 нормы. Влажность субстрата на протяжении периода выращивания поддерживали на уровне 60% от общей влагоемкости.

Биометрические исследования проводили с использованием соответствующих методик [5], изучение активности симбиотической азотфиксации – методом редукции ацетилена на газовом хроматографе Chrom-4 [6]. Содержание хлорофилла определяли спектрофотометрическим методом [7].

### Результаты и обсуждение

Определение симбиотических показателей сои свидетельствует о позитивном влиянии экспериментальных партий Ризогумина (табл. 1).

Поскольку для опыта использовали стерильный песок, который не содержал клубеньковых бактерий сои, в контрольном варианте не наблюдали формирования клубеньков на корнях растений. В сравнении с показателями варианта с инокуляцией семян сои бактериальной суспензией, стимулирующее влияние на формирование симбиотической системы проявляли экспериментальные препараты, содержащие ауксины в диапазоне от 2,55 до 9,39 мкг/г и цитокинины – от 0,61 до 2,01 мкг/г. Действие этих инокулянтов обеспечивало достоверные приросты количества клубеньков на 26-40% и их массы – на 29-39%.

При исследовании нитрогеназной активности симбиотической системы сои установили, что лишь три препарата, с содержанием ауксинов в диапазоне от 2,55 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,61 до 2,01 мкг/г, способствовали получению достоверного прироста к показателям положительного контроля. В этих вариантах наблюдали увеличение нитрогеназной активности на 18-43%.

Изучение симбиотических показателей люпина желтого также свидетельствует о стимулирующем влиянии экспериментальных препаратов (табл. 2). Все исследуемые препараты обеспечили достоверный прирост

массы клубеньков по отношению к показателям варианта с инокуляцией бактериальной суспензией на 18-107%.

При исследовании нитрогеназной активности симбиотической системы растений люпина желтого отмечено стимулирующее влияние четырех препаратов с содержанием ауксинов в диапазоне от 1,41 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,38 до 2,01 мкг/г. В этих вариантах наблюдали увеличение показателей азотфиксирующей активности на 22-66% к показателям положительного контроля.

Исследование влияния инокуляции на нарастание надземной массы растений сои свидетельствует о стимулирующем влиянии препаратов с содержанием ауксинов в диапазоне от 1,41 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,38 до 2,01 мкг/г (табл. 3). Действие этих инокулянтов способствовало увеличению массы растений на 24-28%. Большинство экспериментальных препаратов обеспечивало прирост массы корней в сравнении с контрольными показателями. По отношению к показателям варианта с обработкой бактериальной суспензией достоверный прирост массы корней обеспечил лишь один препарат – с содержанием ауксинов 4,83 мкг/г и цитокининов 1,08 мкг/г.

Таблица 1

**Влияние экспериментальных препаратов на формирование и активность соево-ризобияльного симбиоза**

Варианты опыта	Количество клубеньков, ед/раст.	Масса клубеньков, г/раст.	Нитрогеназная активность, нмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /раст.
Контроль	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Суспензия <i>V. japonicum</i> М 8	24,1±1,8	0,23±0,01	552,93±45,97
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г			
18,52/3,88	19,2±2,7	0,20±0,03	446,41±50,77
9,39/2,01	<b>31,1±1,5</b>	<b>0,29±0,02</b>	<b>740,42±38,65</b>
4,83/1,08	<b>33,7±3,0</b>	<b>0,32±0,02</b>	<b>789,68±90,12</b>
2,55/0,61	<b>30,4±2,2</b>	<b>0,31±0,04</b>	<b>654,62±47,04</b>
1,41/0,38	26,9±4,5	0,23±0,01	374,98±35,92
0,94/0,26	24,3±2,2	0,29±0,02	338,43±42,99
0,55/0,20	26,4±2,9	0,22±0,03	362,27±21,49

Примечание. Здесь и далее жирным шрифтом выделены достоверные изменения к показателям положительного контроля (инокуляция бактериальной суспензией).

Таблица 2

**Влияние экспериментальных препаратов на формирование и активность бобово-ризобияльного симбиоза люпина желтого**

Варианты опыта	Масса клубеньков, г/раст.	Нитрогеназная активность, нмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /раст.
Контроль	0,0±0,0	0,0±0,0
Суспензия <i>R. lupini</i> 367a	0,28±0,02	603,13±51,0
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г		
18,52/3,88	<b>0,33±0,01</b>	489,50±33,2
9,39/2,01	<b>0,44±0,03</b>	<b>820,35±20,8</b>
4,83/1,08	<b>0,58±0,02</b>	<b>1002,20±56,3</b>
2,55/0,61	<b>0,50±0,01</b>	<b>997,80±38,2</b>
1,41/0,38	<b>0,46±0,01</b>	<b>737,80±60,3</b>
0,94/0,26	<b>0,38±0,02</b>	531,22±30,9
0,55/0,20	<b>0,41±0,02</b>	502,76±29,1

Определение влияния экспериментальных инокулянтов на накопление массы растений люпина желтого также свидетельствует о стимулирующем эффекте инокулянтов, которые в большей степени активизировали симбиотическое взаимодействие (табл. 4). Действие препаратов с содержанием ауксинов в пределах от 1,41 до 9,39 мкг/г и цитокининов – от 0,38 до 2,01 мкг/г обеспечивало достоверный прирост показателей надземной массы растений и массы корней по отношению к показателям как абсолютного, так и положительного (применение бактериальной суспензии) контролей. В отмеченных вариантах прирост надземной массы растений находился в пределах на 12-28% и массы корней – на 12-80%.

Полученные результаты свидетельствуют, что при оптимальном сочетании бактериального и фитогормонального компонентов в препарате обеспечивается активизация азотфиксирующих и синтетических процессов, которые в свою очередь повышают продуктивность растений сои и люпина желтого.

Как известно, между процессами азотфиксации и фотосинтеза существует тесная взаимосвязь. Поэтому в ходе тестирования мы изучали активность синтеза фотосинтетических пигментов при действии экспериментальных препаратов (табл. 5, 6).

Наибольшее содержание хлорофилла *a* в опыте с соей наблюдали в вариантах с использованием экспериментальных препаратов, содержащих ауксины в пределах от 2,55 до 9,39 мкг/г и цитокинины – от 0,61 до

2,01 мкг/г. Как следствие, в этих вариантах отмечен достоверный прирост суммы хлорофиллов на 25, 37 и 26%.

В опыте с люпином желтым получены аналогичные результаты. В вариантах, где отмечено значительное стимулирование процессов формирования и функционирования симбиотической системы, наблюдали активное накопление фотосинтетических пигментов. Использование экспериментальных инокулянтов с содержанием ауксинов 4,83 и 2,55 мкг/г, цитокининов – 2,01 и 1,08 мкг/г обеспечивало наибольший прирост количества хлорофилла *a* и суммы хлорофиллов на 29, 26% и на 24 и 22% соответственно.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что для сои и люпина желтого наиболее оптимальным оказался препарат, содержащий 4,83 мкг/г ауксинов и 1,08 мкг/г цитокининов.

Эффективность микробного препарата комплексного действия «Ризогумина» с оптимизированным содержанием физиологически активных веществ проверяли в полевых опытах. Проведенные на протяжении трех лет полевые исследования подтвердили преимущества применения усовершенствованного препарата. В 2010 г. влияние инокулянта на урожайность сои проверяли в ЧП «Профитленд» (Кировоградская обл.). Использование ризогумина обеспечило повышение урожайности сои с 1,6 т/га в контроле (без инокуляции) до 2,1 т/га в опытном варианте, что составляет 31,3%.

Таблица 3

**Влияние экспериментальных препаратов на формирование надземной массы и массы корней растений сои**

Варианты опыта	Масса растений, г/раст.	Масса корней, г/раст.
Контроль	1,09±0,07	0,22±0,02
Суспензия <i>B. japonicum</i> М 8	1,25±0,06	0,30±0,02
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г		
18,52/3,88	1,16±0,02	0,26±0,03
9,39/2,01	<b>1,37±0,05</b>	0,32±0,03
4,83/1,08	<b>1,40±0,03</b>	<b>0,37±0,03</b>
2,55/0,61	<b>1,35±0,03</b>	0,31±0,01
1,41/0,38	1,31±0,05	0,31±0,03
0,94/0,26	1,21±0,05	0,27±0,02
0,55/0,20	1,28±0,04	0,32±0,03

Таблица 4

**Влияние экспериментальных препаратов на формирование надземной массы и массы корней растений люпина желтого**

Варианты опыта	Масса растений, г/раст.	Масса корней, г/раст.
Контроль	10,5±0,05	0,80±0,03
Суспензия <i>R. lupini</i> 367 а	11,0±0,04	1,00±0,02
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г		
18,52/3,88	9,80±0,16	0,88±0,09
9,39/2,01	<b>12,30±0,10</b>	<b>1,12±0,07</b>
4,83/1,08	<b>14,10±0,13</b>	<b>1,80±0,10</b>
2,55/0,61	<b>12,50±0,08</b>	<b>1,40±0,05</b>
1,41/0,38	<b>12,80±0,06</b>	<b>1,65±0,08</b>
0,94/0,26	9,30±0,10	1,10±0,08
0,55/0,20	9,28±0,12	1,02±0,07

Таблица 5

Влияние экспериментальных препаратов на содержание хлорофиллов а и б в листьях сои

Варианты опыта	Хлорофилл, мг/100 г листовой массы		
	а	б	а+б
Контроль	134,15±4,86	25,64±5,50	159,79±0,70
Суспензия <i>V. japonicum</i> М 8	160,37±7,16	31,53±9,07	191,91±2,29
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г			
18,52/3,88	153,67±5,77	12,13±2,28	165,80±7,86
9,39/2,01	<b>176,04±3,91</b>	23,97±3,74	<b>200,02±5,21</b>
4,83/1,08	<b>179,18±4,84</b>	39,88±4,25	<b>219,06±3,55</b>
2,55/0,61	<b>174,40±5,07</b>	26,87±5,81	<b>201,27±5,47</b>
1,41/0,38	166,95±5,43	21,60±6,03	188,54±6,99
0,94/0,26	162,09±6,59	35,51±2,56	197,60±4,20
0,55/0,20	163,43±3,83	30,56±5,54	193,99±3,16

Таблица 6

Влияние экспериментальных препаратов на содержание хлорофиллов а и б в листьях люпина желтого

Варианты опыта	Хлорофилл, мг/100 г листовой массы		
	а	б	а+б
Контроль	101,20±1,18	36,14±3,48	137,5±5,03
Суспензия <i>R. lupini</i> 367а	120,15±1,00	40,50±4,33	160,5±2,83
Экспериментальные препараты, содержащие ауксины/цитокинины, мкг/г			
18,52/3,88	115,55±2,20	32,10±5,92	146,10±5,29
9,39/2,01	121,43±2,82	41,00±3,56	162,82±3,87
4,83/1,08	<b>130,38±2,55</b>	40,30±7,01	<b>170,68±3,66</b>
2,55/0,61	<b>127,03±1,71</b>	40,50±5,17	<b>167,53±4,04</b>
1,41/0,38	119,72±2,54	31,30±6,04	150,30±3,74
0,94/0,26	99,58±3,44	30,00±4,50	135,00±5,01
0,55/0,20	101,81±1,49	33,50±3,91	134,50±2,84

В 2012 г. в производственных посевах Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН изучали эффективность ризогумина для люпина желтого. Урожайность зерна люпина при предпосевной инокуляции составила 1,09 т/га, при урожайности в контроле – 0,85 т/га.

**Выводы**

Таким образом, экспериментальный препарат «Ризогумин», содержащий 4,83 мкг/г ауксинов и 1,08 мкг/г цитокининов для сои и люпина желтого, проявляет наибольшее стимулирующее действие на продукционный процесс изученных зернобобовых культур. Следовательно, регулируя содержание экзогенных фитогормонов, в частности ИУК и цитокининов, в препарате, можно существенно повысить его эффективность.

**Библиографический список**

1. Коць С.Я., Драговоз І.В., Яворська В.К. і ін. Підвищення насінневої продуктивності люцерни при инокуляції різними штамми *Rhizobium meliloti* та застосуванні регуляторів росту // Бюл. ІСГМ. – 2000. – № 6. – С. 28-30.  
 2. Сальник В.П., Волкогон В.В., Мальцева Н.М., Мамчур О.Є. Вплив инокуляції і регулятора росту триман-1 на активність азотфіксації розвиток та формування

симбіозу люцерни з бульбочковими бактеріями // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33. – № 6. – С. 529-534.

3. Дімова С.Б., Дмитрук О.О., Мамчур О.Є., Коломієць Л.П., Волкогон В.В. Імуноферментне визначення вмісту індолілоцтової кислоти в культуральній рідині мікроорганізмів // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2009. – № 9. – С. 179-187.

4. Кудоярова Г.Р., Веселов С.Ю., Каравайко Н.Н. и др. Иммуноферментная тест-система для определения цитокининов // Физиология растений. – 1990. – Т. 37. – Вып. 1. – С. 193-199.

5. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K. et al. The acetylene-ethylene assay for N2 fixation: laboratory and field evaluation // Plant Physiol. – 1968. – 43. № 8. – P. 1185-1207.

7. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. – Киев: Наукова думка, 1973. – 592 с.

**References**

1. Koc' S.Ja., Dragovoz I.V., Javors'ka V.K. і ін. Pidvyshhennja nasinnjevoi' produktyvnosti

ljucerny pry inokuljacii' riznymy shtamamy Rhizobium meliloti ta zastosuvanni reguljatoriv rostu // Bjul. ISGM. – 2000. – № 6. – S. 28-30.

2. Sal'nyk V.P., Volkogon V.V., Mal'ceva N.M., Mamchur O.Je. Vplyv inokuljacii' i reguljatora rostu tryman-1 na aktyvnist' azotfiksacii' rozvytok ta formuvannja symbiozu ljucerny z bul'bochkovymy bakterijamy // Fyzyologija y byohymyja kul'turnyh rastenyj. – 2001. – T. 33. – № 6. – S. 529-534.

3. Dimova S.B., Dmytruk O.O., Mamchur O.Je., Kolomijec' L.P., Volkogon V.V. Imunofermentne vyznachennja vmistu indolilooctovoi' kysloty v kul'tural'nij ridyni mikroorganizmiv // Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija. – 2009. – № 9. – S.179-187.

4. Kudoyarova G.R., Veselov S.Yu., Karavaiko N.N. i dr. Imunofermentnaya test-sistema dlya opredeleniya tsitokininov // Fiziologija rastenii. – 1990. – T. 37. – Vyp.1. – S. 193-199.

5. Dospekhov V.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezultatov issledovanii. – [5-e izd. dop. i perer.] – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

6. Hardy R.W.F. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation / R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson et al. // Plant Physiol. – 1968. – 43, No. 8. – P. 1185-1207.

7. Grodzinskii A.M., Grodzinskii D.M. Kratkii spravochnik po fiziologii rastenii. – Kiev: Naukova dumka. – 1973. – 592 s.



УДК 581.16:581.48

**А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, М.И. Иванова**  
A.F. Bukharov, D.N. Baleev, M.I. Ivanova

## МОРФОМЕТРИЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ СЕМЯН ОВОЩНЫХ ЗОНТИЧНЫХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОРАСТАНИЯ

### MORPHOMETRY OF DIVERSIFORM SEEDS OF VEGETABLE UMBRELLA CROPS IN THE PROCESS OF FORMATION AND GERMINATION

**Ключевые слова:** семена, зародыш, прорастание семян, зонтичные, температура, степень недоразвития зародыша (СНЗ).

Изложена методика морфометрического анализа семян группы важнейших овощных зонтичных культур. Представлены основные линейные параметры эндосперма и зародыша овощных зонтичных культур в зависимости от места формирования в пределах материнского растения. При этом длина зародыша у изучаемых культур, таких как сельдерей корневой, в семенах с зонтиков первого порядка занимает 29-30% длины эндосперма, а во втором порядке – 29-33%; у пастернака зародыш в семенах первого и второго порядка занимал всего 22-24 и 19-21%, в зонтиках третьего порядка – 16-17% от длины эндосперма. В семенах петрушки корневой зародыши сформировавшиеся, в центральных и крайних зонтичках, как первого, так и второго порядка соцветий незначительно отличались по длине, и составляли, соответственно, 0,81-0,82 и 0,75-0,73 мм. Даны статистическая обработка и интерпретация полученных измерений. Коэффициент вариации длины зародыша в пределах отдельных частей зонтика в зависимости от культуры варьировал от 2,8 до 10,2%. Изменчивость в пределах всего растения значительно выше. Так, у моркови, петрушки корневой и пастернака коэффициент вариации составляет 20,0-30,0%. Также рассматриваются особенности развития линейных размеров зародыша в процессе формирования и прорастания под влиянием различных факторов. Предложена формула расчета показателя СНЗ (степень недо-

развития зародыша). Обсуждается перспектива применения морфометрии и показателя степени недоразвития зародыша в научно-исследовательской работе и практике семенного анализа.

**Keywords:** seeds, embryo, seed germination, umbelliferae, temperature, degree of underdevelopment of the embryo (DUE).

The technique of morphometric seed analysis of the group of major vegetable umbrella crops is presented. The basic linear parameters of the endosperm and embryo of umbrella vegetable crops depending on the site of formation within the parent plant are discussed. Thus the length of the embryo in the studied crops such as celery seeds with umbrellas of first order takes 29-30% of the length of the endosperm, and that of the second order – 29-33%. Parsnip embryo in the seeds of the first and second order took only 22-24% and 19-21%; in the third order umbels – 16-17% of the length of the endosperm. In the seeds of root parsley, the embryos formed in the central and extreme umbel of both the first and second order inflorescences slightly differed in length, and made 0.81-0.82 and 0.75-0.73 mm respectively. Statistical analysis and interpretation of the obtained measurements is presented. The coefficient of variation in the length of the embryo within the individual parts depending on the umbrella crop ranged from 2.8 to 10.2%. The variation within the whole plant is much higher; in carrots, root parsley and parsnip the coefficient of variation is 20.0-30.0%. The features of the development of the linear dimensions of the embryo in the