

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОЗИМОГО РАПСА

Ф.Ф. Седляр, М.П. Андрусевич, И.Р. Шляхтун

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

(Поступила в редакцию 14.06.2011 г.)

Аннотация. Изучали влияние регуляторов роста растений на элементы структуры урожая озимого рапса. Регуляторы роста растений повышали массу 1000 семян на 0,2-0,5 г и массу семян с одного растения на 3,0-3,5 г. Максимальную биологическую урожайность маслосемян (51,2-65,2 ц/га) озимый рапс сорта Лидер формирует при внесении азота в форме сульфата аммония в дозе 100 кг/га в начале возобновления весенней вегетации растений, в дозе 30 кг/га в фазу начало бутонизации и в дозе 30 кг/га в фазу полной бутонизации в сочетании с микроэлементом бором и регулятором роста Маламмином. Регулятор роста Гидрогумат в аналогичном варианте обеспечил биологическую урожайность маслосемян на 2,5-3,0 ц/га ниже.

Summary. Studied influence of regulators of growth of plants on elements of structure of a crop winter rape. Regulators of growth of plants raised weight of 1000 seeds on 0,2-0,5 g and weight of seeds from one plant on 3,0-3,5g. Maximal biological productivity of oilseeds (51,2-65,2 μ/hectares) winter rape grades the Leader forms at entering nitrogen in the form of sulfate of ammonium in a doze of 100 kg/hectares in the beginning of renewal of spring vegetation of plants, in a doze of 30 kg/hectares in a phase the beginning of a budding and in a doze of 30 kg/hectares in a phase full budding in a combination with boron a pine forest and a regulator of growth maltamin. The regulator of growth Gidrogumat in a similar variant has provided biological productivity of oilseeds on 2,5-3,0 μ/hectares below.

Введение. Рапс является одной из важнейших масличных культур и по производству маслосемян в мире занимает третье место. Мировое производство рапсового масла в настоящее время составляет более 12% мирового объема производства растительных масел. Увеличение валового сбора маслосемян позволит решить проблему растительного масла и кормового белка собственного производства.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, получение экологически чистой продукции и увеличение ее доли в рационе питания населения – основополагающая и актуальная проблема аграрного сектора экономики, которая особо остро стоит в Беларуси, учитывая последствия Чернобыльской катастрофы.

Большая роль в повышении продуктивности и улучшении качества сельскохозяйственных культур принадлежит регуляторам роста рас-

тений. Их применение дает возможность регулировать важнейшие процессы в растительном организме, полнее реализовывать потенциальные возможности сорта, заложенные в организме природой и селекцией.

Использование биологически активных препаратов с регуляторными функциями в практике растениеводства является одним из доступных и малозатратных путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Важным аспектом действия регуляторов роста является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды - высоким и низким температурам, недостатку влаги, фитотоксичному действию пестицидов, поражаемости вредителями и болезнями [2].

Регуляторы роста, воздействуя на интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности растений, позволяют более эффективно использовать все, что заложено генотипом растения, но в силу ряда причин осталось нереализованным. Они дают возможность воздействовать на интенсивность и направленность физиологических процессов растений, повысить урожайность, улучшить качество продукции [1, 3].

Методика исследований. Исследования по изучению влияния сроков внесения регуляторов роста на элементы структуры урожая озимого рапса в 2007-2009 гг. были проведены в УО СПК «Путришки» Гродненского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаяемая с глубины 0,7-1,0 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы следующие: рН кел- 6,0 - 6,3, содержание P_2O_5 - 249-406 мг на 1 кг почвы, содержание K_2O - 200-339 мг на 1 кг почвы, содержание серы - 4,5-6,2 мг на 1 кг почвы, содержание бора - 0,72-0,83 мг на 1 кг почвы, содержание гумуса - 1,78-2,5%. Мощность пахотного слоя - 23 см. Сорт озимого рапса Лидер. Норма высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки - 20 м², общая площадь делянки 36 м², повторность трехкратная. Способ посева - рядовой. Предшественник - яровой ячмень.

Схема опыта: Влияние сроков внесения регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин на урожайность маслосемян озимого рапса.

1. Контроль $P_{70}K_{120} + N_{160} + N_{30} + N_{30} + B$ - Фон.
2. Фон + Гидрогумат - 1 срок (3 л/га).
3. Фон + Гидрогумат - 2 срок (3 л/га).
4. Фон + Гидрогумат - 3 срок (3 л/га).
5. Фон + Гидрогумат - 1, 2 срок (1,5 + 1,5 л/га).
6. Фон + Гидрогумат - 2, 3 срок (1,5 + 1,5 л/га).
7. Фон + Гидрогумат - 1, 2, 3 срок (1,5 + 1,5 + 1,5 л/га).

8. Фон + Мальтамин – 1 срок (3 л/га).
9. Фон + Мальтамин – 2 срок (3 л/га).
10. Фон + Мальтамин – 3 срок (3 л/га).
11. Фон + Мальтамин – 1, 2 срок (1,5 + 1,5 л/га).
12. Фон + Мальтамин – 2, 3 срок (1,5 + 1,5 л/га).
13. Фон + Мальтамин – 1, 2, 3 срок (1,5 + 1,5 + 1,5 л/га).

Примечание: *сроки внесения регуляторов роста*

- 1 срок в начале возобновления весенней вегетации растений;
- 2 срок в фазе начало бутонизации;
- 3 срок в фазе полной бутонизации.

Азотное удобрение на фоне $P_{70}K_{120}$ вносили в подкормку в форме сульфата аммония в дозе 100 кг/га в начале возобновления весенней вегетации растений, в дозе 30 кг/га в фазу начало бутонизации и в дозе 30 кг/га в фазу полной бутонизации в сочетании с микроэлементами бор.

Результаты и их обсуждение. В 2007 г. во второй и третьей декадах марта среднесуточные температуры воздуха были выше нормы соответственно на 4,8° и 6,9°C, что привело к раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса. Однако осадков в марте выпало 20,6 мм, или 33% от нормы. Сумма выпавших атмосферных осадков в апреле составила 18,8 мм, или 47% от среднегодовой нормы, в мае количество выпавших осадков на 1 мм превысило норму. В июне выпало 72,9 мм, или 96% от нормы. Атмосферные осадки апреля и мая способствовали формированию высокого урожая маслосемян озимого рапса. Среднемесячные температуры воздуха в апреле, мае, июне были выше нормы соответственно на 1,2°C, 1,4°C и 2,1°C. Повышенная температура июня в период образования семян в стручках способствовала снижению массы 1000 семян.

В первой декаде июля, накануне уборки озимого рапса, сумма выпавших осадков составила 97 мм, или 388% от климатической нормы. Эти осадки вызвали потери семян озимого рапса – происходило растрескивание стручков и полегание растений.

В августе, сентябре и октябре среднемесячные температуры воздуха были выше нормы соответственно на 1,0, 0,3 и 0,5°C выше нормы, а среднемесячные суммы выпавших атмосферных осадков за эти месяцы составили соответственно 33, 55 и 64% от нормы. Такие погодные условия способствовали хорошему росту и развитию растений озимого рапса, посеянного под урожай 2008 года. Среднемесячная температура марта 2008 года превысила норму на 3°C, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса. Среднемесячная температура апреля была выше нормы на 2,6°C, в мае ниже на 0,9°C, в июне на 0,6°C выше нормы, в июле на 0,1°C выше нормы. В

марте сумма выпавших осадков превысила норму на 46%, в мае на 70%, в апреле была ниже нормы на 2,3 мм, в июне выпало осадков 58% от нормы, в июле – 140% от нормы. Такие погодные условия способствовали формированию высокой урожайности семян озимого рапса.

В 2009 г. по причине отсутствия выпадения атмосферных осадков с 7 апреля по 6 мая в критический период озимого рапса по отношению к влаге (фаза начала бутонизации – фаза полной бутонизации) регуляторы роста по всем изучаемым вариантам не обеспечили прибавку урожайности маслосемян.

Важным показателем, определяющим урожайность семян озимого рапса, является густота стояния растений к моменту уборки. Исследованиями установлено, что изучаемые регуляторы роста не оказали влияния на количество растений на 1 м². Так, в 2007 году на контроле без внесения регуляторов роста на 1 м² насчитывалось 38 растений, а в вариантах с внесением регуляторов роста в три срока – 35-39 шт./м². Аналогичная закономерность проявлялась и в 2008 и 2009 гг. (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1 – Элементы структуры урожая озимого рапса в зависимости от сроков внесения регуляторов роста, 2007 г.

Вариант	Количество растений, шт./м ²	Количество стручков на 1 раст.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 раст., г	Биологическая урожай., ц/га
1. Контроль	38	217	21,6	3,2	15,0	57,1
2. Гидрогумат 1 срок	39	214	21,6	3,2	14,8	57,8
3. Гидрогумат 2 срок	37	232	21,6	3,2	16,0	59,3
4. Гидрогумат 3 срок	38	217	21,6	3,4	15,9	60,5
5. Гидрогумат 1, 2 срок	37	233	21,6	3,2	16,1	59,5
6. Гидрогумат 2, 3 срок	37	229	21,5	3,4	16,8	62,2
7. Гидрогумат 1, 2, 3 срок	36	235	21,6	3,4	17,2	62,0
8. Мальтамин 1 срок	38	218	21,7	3,2	15,1	57,4
9. Мальтамин 2 срок	36	240	21,6	3,2	16,6	59,8
10. Мальтамин 3 срок	37	220	21,7	3,5	16,7	61,8
11. Мальтамин 1, 2 срок	35	246	21,6	3,2	17,0	59,6
12. Мальтамин 2, 3 срок	36	240	21,6	3,5	18,1	65,2
13. Мальтамин 1, 2, 3 срок	35	246	21,5	3,5	18,5	64,8

Результаты исследований свидетельствуют о том, что количество стручков на растениях зависит от регуляторов роста растений и сроков их внесения. Внесение регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин в первый и третий сроки не способствовало повышению количества

стручков на растении. В вариантах с внесением регуляторов роста во второй срок повышалось количество стручков на одном растении. Так, в 2007 г. на контроле без внесения регуляторов роста на одном растении насчитывалось 217 стручков, а в третьем варианте с внесением регулятора роста Гидрогумат – 232 стручка, в девятом варианте с внесением регулятора роста Мальтамин – 240 стручков. В 2008 г. наблюдалась аналогичная тенденция.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая озимого рапса в зависимости от сроков внесения регуляторов роста, 2008 г.

Вариант	Количество растений, шт./м ²	Количество стручков на 1 раст.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 раст., г	Биологическая урожайность, ц/га
1. Контроль	45	103	23,2	4,1	9,8	44,1
2. Гидрогумат 1 срок	44	105	23,2	4,1	10,0	43,8
3. Гидрогумат 2 срок	43	117	23,1	4,1	11,1	47,7
4. Гидрогумат 3 срок	45	103	23,2	4,4	10,5	47,3
5. Гидрогумат 1, 2 срок	43	116	23,2	4,1	11,0	47,3
6. Гидрогумат 2, 3 срок	42	114	23,1	4,4	11,6	48,7
7. Гидрогумат 1, 2, 3 срок	41	116	23,0	4,4	11,8	48,3
8. Мальтамин 1 срок	44	107	23,2	4,1	10,2	44,7
9. Мальтамин 2 срок	41	123	23,2	4,1	11,7	48,1
10. Мальтамин 3 срок	42	107	23,2	4,6	11,4	47,9
11. Мальтамин 1, 2 срок	41	124	23,0	4,1	11,7	48,1
12. Мальтамин 2, 3 срок	40	123	23,2	4,5	12,8	51,2
13. Мальтамин 1, 2, 3 срок	41	120	23,0	4,5	12,4	50,8

Регуляторы роста растений не оказывали влияния на количество семян в стручке. Так, в 2007 г. на контроле без внесения регуляторов роста растений среднее количество семян в стручке составляло 21,6 шт., а в вариантах с внесением регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин – 21,5-21,7 шт. Аналогичная закономерность проявилась и в 2008 г. (табл. 2).

Сроки внесения регуляторов роста растений Гидрогумат и Мальтамин способствовали повышению массы 1000 семян и массы семян с 1 растения. Например, в 2008 г. на контроле, без внесения регуляторов роста, масса 1000 семян составила 4,1 г, масса семян с 1 растения – 9,8 г, а в варианте с внесением регулятора роста Гидрогумат в третий срок эти показатели составили соответственно 4,4 г и 10,5 г. Однако наибольшими были они в десятом варианте, где вносили Мальтамин в третий срок – 4,6 и 11,4 г соответственно. Следует отметить, что внесение

регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин в первый и второй сроки не способствовало повышению массы 1000 семян (табл. 2). Аналогичная закономерность проявилась и в 2007 г. (табл. 1).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая озимого рапса в зависимости от сроков внесения регуляторов роста, 2009 г.

Вариант	Количество растений, шт./м ²	Количество стручков на 1 раст.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 раст., г	Биологическая урожай., ц/га
1. Контроль	46	81	22,4	4,3	7,8	35,7
2. Гидрогумат 1 срок	44	82	22,4	4,3	7,9	34,7
3. Гидрогумат 2 срок	47	79	22,4	4,3	7,6	35,8
4. Гидрогумат 3 срок	45	81	22,5	4,3	7,8	35,2
5. Гидрогумат 1, 2 срок	46	79	22,4	4,3	7,6	35,0
6. Гидрогумат 2, 3 срок	45	81	22,4	4,3	7,8	35,3
7. Гидрогумат 1, 2, 3 срок	44	81	22,4	4,3	7,8	34,4
8. Мальтамин 1 срок	48	77	22,4	4,3	7,5	35,8
9. Мальтамин 2 срок	46	79	22,4	4,3	7,6	35,1
10. Мальтамин 3 срок	45	84	22,3	4,3	8,1	36,4
11. Мальтамин 1, 2 срок	47	76	22,4	4,3	7,4	34,6
12. Мальтамин 2, 3 срок	48	77	22,4	4,3	7,4	35,6
13. Мальтамин 1, 2, 3 срок	44	83	22,4	4,3	8,0	35,2

Исследованиями установлено, что в 2009 г. регуляторы роста Гидрогумат и Мальтамин не оказали влияния на элементы структуры урожая озимого рапса, поэтому по всем изучаемым вариантам биологическая урожайность находилась на одном уровне. Причиной этому являлось отсутствие атмосферных осадков во второй и третьей декадах апреля в период внесения регуляторов роста (табл. 3).

В результате трехлетних исследований выявлено, что максимальную биологическую урожайность семян озимый рапс формирует при внесении регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин в два срока: в дозе 1,5 л/га в фазу начало бутонизации и в дозе 1,5 л/га в фазу полной бутонизации. Биологическая урожайность составила соответственно 48,7-62,2 и 51,2-65,2 ц/га (табл. 1, 2).

Нами выполнена математическая обработка данных результатов исследований. В этом направлении очень важно выяснить наиболее эффективные регуляторы роста, их дозы и комбинации при возделывании рапса. Для решения этих задач нами был использован прием игрового моделирования. В качестве исходного материала были взяты экспериментальные данные. При решении проблемы мы исходили из того,

что на результаты изучаемых факторов большое влияние оказывают погодно-климатические условия. В результате наблюдается довольно резкое колебание урожайности культуры по годам.

Приём игрового моделирования применяется в случае, когда одна из сторон (в данном случае человек) выбирает свои действия сознательно (какие регуляторы роста нужно использовать), а другая сторона (природа) не выбирает. Например, имеются данные об урожайности рапса за 3 года в зависимости от использования регуляторов роста.

Как следует из таблиц 1, 2 и 3, имеется возможность выбора одного из тринадцати вариантов. Вторая сторона (природа) имеет 3 варианта, причём выбор этих вариантов носит случайный характер. Необходимо решить, какой вариант регуляторов роста следует применять, чтобы получить максимально возможный результат независимо от погоды. Для ответа на этот вопрос необходимо использовать несколько критериев.

Согласно критерию Лапласа, оптимальным является тот вариант, который дает максимальную среднюю урожайность. В нашем случае, в первом варианте (контроле) средняя урожайность составит $(57,1+44,1+35,7):3=45,6$ ц/га. Аналогично рассчитаем среднюю урожайность по остальным вариантам. Из полученных средних необходимо выбрать максимальную величину. Таким образом, согласно критерию Лапласа, наиболее предпочтительным является двенадцатый вариант (средняя урожайность составляет 50,7 ц/га).

Согласно критерию Вальда, оптимальным будет тот вариант, который в наихудших условиях дает наибольшую урожайность. При использовании этого критерия сначала необходимо по каждому варианту найти наименьшую урожайность за 3 года:

$$1\text{-ый вариант } \min(57,1 \ 44,1 \ 35,7) = 35,7$$

$$2\text{-ой вариант } \min(57,8 \ 43,8 \ 34,7) = 34,7 \text{ и т.д.}$$

Затем, из полученных минимальных значений, необходимо выбрать максимальную урожайность. В нашем примере, это урожайность 36,4 ц/га, соответствующая десятому варианту.

Третий критерий – это критерий Сэвиджа. При использовании данного критерия необходимо рассчитать матрицу рисков. Для этого за каждый год выбирается наибольшая урожайность и от нее отнимается урожайность всех остальных вариантов этого года. В результате получается следующая таблица (табл. 4).

После расчёта матрицы рисков находим максимальные значения по каждому варианту: 8,1; 7,4; 5,9; 4,7 и т.д. Из полученных значений выбирается минимальное, т.е. 0,8. Таким образом, согласно критерию Сэвиджа, наиболее приемлемым является двенадцатый вариант.

Таблица 4 – Матрица рисков для выбора оптимального варианта по критерию Сэвиджа

Мет.п	Вариант	Урожайность, ц/га		
		2007 г	2008 г	2009 г
1	Контроль	8,1	7,1	0,7
2	Гидрогумат 1 срок	7,4	7,4	1,7
3	Гидрогумат 2 срок	5,9	3,5	0,6
4	Гидрогумат 3 срок	4,7	3,9	1,2
5	Гидрогумат 1, 2 срок	5,7	3,9	1,4
6	Гидрогумат 2,3 срок	3	2,5	1,1
7	Гидрогумат 1, 2, 3 срок	3,2	2,9	2
8	Мальтамин 1 срок	7,8	6,5	0,6
9	Мальтамин 2 срок	5,4	3,1	1,3
10	Мальтамин 3 срок	3,4	3,3	0
11	Мальтамин 1, 2 срок	5,6	3,1	1,8
12	Мальтамин 2, 3 срок	0	0	0,8
13	Мальтамин 1, 2, 3 срок	0,4	0,4	1,2

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что целесообразность использования того или иного варианта регуляторов роста зависит от выбранного критерия игрового моделирования. При использовании большего числа критериев (рассмотрены только 3 критерия) можно выбрать вариант, позволяющий получать наилучшие результаты независимо от погодно-климатических условий.

Выводы.

1. Регуляторы роста Гидрогумат и Мальтамин при их внесении в начале возобновления весенней вегетации растений не оказывали влияния на элементы структуры урожая озимого рапса.

2. Внесение регуляторов роста Гидрогумат и Мальтамин в фазу начало бутонизации способствовало увеличению количества стручков на одном растении.

3. Изучаемые регуляторы роста при их внесении в фазу полной бутонизации увеличивали массу 1000 семян озимого рапса.

4. Регуляторы роста Гидрогумат и Мальтамин не оказывали влияния на количество семян в стручке.

5. На основании комплексных исследований формирования продуктивности озимого рапса установлены оптимальные показатели его продуктивности, способствующие повышению степени реализации потенциала культуры и обеспечивающие получение максимальной биологической урожайности культуры 48,7-62,2 ц/га при внесении регулятора роста Гидрогумат в дозе 1,5 л/га в фазу начало бутонизации и в дозе 1,5 л/га в фазу полной бутонизации: густота стояния растений к уборке – 37-42 шт./м²; количество стручков на растении к уборке –

114-229 шт.; количество семян в стручке – 21,5-23,1 шт.; масса 1000 семян – 3,4-4,4 г; масса семян с одного растения – 11,6-16,8 г.

6. Внесение регулятора роста Мальтамин в дозе 1,5 л/га в фазу начало бутонизации и в дозе 1,5 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры 51,2-65,2 ц/га при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 36-40 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 123-240 шт.; количество семян в стручке – 21,6-23,2 шт.; масса 1000 семян – 3,5-4,5 г; масса семян с одного растения – 12,8-18,1 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А.А. Влияние регуляторов роста на качество рассады капусты белокачанной / А.А. Аутко, Г.В. Наумова, Л.Ю. Забара // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы 11 Международной научной конференции, Минск, 5-8 декабря 2001 г. НАНБ, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, Бел. О-во физиол. Растений. – Минск, 2001. С. - 15.
2. Овчинникова, Т.Ф. Влияние гуминового препарата из торфа «Гидрогумат» на полиферазную активность и метаболизм дрожжевых микроорганизмов / Т.Ф. Овчинникова // Биол. Науки. - 1991. - № 10. – С. 87 - 90.
3. Экологически безопасные биологически активные препараты растительного происхождения и перспективы их использования в овощеводстве / Г.В. Наумова [и др.] / Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч. – практ. конф. / Акад. Agr. Наук РБ. Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30 - 31.