

УДК 633.853.488:631.5

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА И НАКОПЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЯМИ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ

Д. И. РОМАНЦЕВИЧ, А. С. МАСТЕРОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 28.02.2019)

*В статье представлены результаты исследований за 2014–2017 гг. по влиянию доз, сроков внесения и форм азотных удобрений на динамику роста растений, накопление сухого вещества и содержание азота в растительных образцах редьки масличной. Исследования проводились с редькой масличной сорта Сабина. В результате полевых исследований установлено, что формы азотных удобрений существенного влияния на высоту растений не оказали. Больше влияние на высоту растений оказали дозы азотных удобрений, чем формы и дробное их внесение.*

*Внесение азотных удобрений способствовало росту накопления сухого вещества от 137 г до 198 г в фазу бутонизации и от 471 г до 1015 г в фазу полной спелости. Формы азотных удобрений существенное влияние на накопление сухого вещества оказали в фазу зеленой и полной спелости. Содержание азота в растениях редьки масличной к фазе полной спелости снижалось по всем вариантам. Наибольшее содержание азота отмечено в варианте с дробным внесением  $N_{70}$  в два этапа на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$ . В опыте с формами азотных удобрений наибольшее содержание азота в растениях было отмечено при двойной подкормке КАС ( $N_{50} + N_{20}$ ) на фоне  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60}$ .*

**Ключевые слова:** редька масличная, азотные удобрения, карбамид, КАС, высота растений, сухое вещество.

*The article presents results of research during 2014–2017 into the influence of doses, timing of application and forms of nitrogen fertilizers on the growth of plants, dry matter accumulation and nitrogen content in plant samples of oilseed radish. Studies were conducted with Sabina variety of oilseed radish. As a result of field studies, it was found that the forms of nitrogen fertilizers did not significantly affect the height of the plants. A greater impact on plant height was rendered by doses of nitrogen fertilizers than forms and their fractional introduction.*

*Nitrogen fertilization contributed to an increase in the accumulation of dry matter from 137 g to 198 g in the budding phase and from 471 g to 1015 g in the full ripeness phase. The forms of nitrogen fertilizers had a significant impact on the accumulation of dry matter in the phase of green and full ripeness. The nitrogen content in oilseed radish plants until the phase of complete ripeness was reduced in all variants. The highest nitrogen content was observed in the variant with the fractional addition of  $N_{70}$  in two stages against the background of  $N_{50}P_{40}K_{60}$ . In the experiment with the forms of nitrogen fertilizers, the highest nitrogen content in plants was observed with double feeding by urea ammonium nitrate ( $N_{50} + N_{20}$ ) against the background of  $N_{50(\text{urea})}P_{40}K_{60}$ .*

**Key words:** oilseed radish, nitrogen fertilizers, urea, UAN, plant height, dry matter.

### Введение

При недостатке азота растения плохо развиваются. Наблюдается преждевременный листопад, в результате чего ослабляется цветение и снижается продуктивность растений. В то же время отрицательно сказывается на развитии растений и избыточное азотное питание. В этом случае происходит накопление зеленой массы в ущерб закладке генеративных органов, а следовательно, и урожайности. При избытке азота замедляются фазы развития растений, наблюдается недозревание плодов и др.

Накопление сухого вещества является конечным результатом взаимодействия растений с внешней средой и позволяет судить об условиях роста и развития, а также отзывчивости возделываемых культур на агротехнические приемы [1, 2].

Азот – основной биогенный элемент. Он входит в состав белка и нуклеиновых кислот, чем и определяется его роль в жизни всех организмов на земном шаре. Общее содержание азота в растениях зависит от их возраста и свидетельствует о реакции культуры на условия произрастания, в т. ч. на внесение удобрений. Определение содержания общего азота по фазам развития растений дает возможность судить о влиянии подкормок не только по конечному результату – урожаю, но и в процессе его формирования в поле [3, 4, 5, 6].

Целью наших исследований было изучение влияния доз и сроков внесения, а также форм азотных удобрений на динамику роста, накопления сухого вещества и содержание азота в растениях редьки масличной.

### Основная часть

Опыты проводились в 2014–2017 гг. на полях учебно-опытного севооборота кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» с сортом редьки масличной Сабина. В опытах применяли карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), КАС (30 % N), двойной суперфосфат марки Б (43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) [7].

Опыт 1: 1. Без удобрений (контроль); 2. P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> осенью под вспашку – фон; 3. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом; 4. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>50</sub> в начале фазы бутонизации; 5. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>70</sub> в начале фазы бутонизации; 6. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>50</sub> в начале фазы бутонизации + N<sub>20</sub> в начале фазы цветения.

Опыт 2: 1. N<sub>50</sub>(карбамид) P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> – фон; 2. Фон + N<sub>50</sub>(карбамид) в начале фазы бутонизации; 3. Фон + N<sub>50</sub>(КАС) в начале фазы бутонизации; 4. Фон + N<sub>70</sub>(карбамид) в начале фазы бутонизации; 5. Фон + N<sub>70</sub>(КАС) в начале фазы бутонизации; 6. Фон + N<sub>50</sub>(карбамид) в начале фазы бутонизации + N<sub>20</sub>(карбамид) в начале фазы цветения; 7. Фон + N<sub>50</sub>(КАС) в начале фазы бутонизации + N<sub>20</sub>(КАС) в начале фазы цветения.

Почва опытного участка имела среднее содержание гумуса, повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия, среднее содержание кальция, среднее содержание магния, бора и серы, низкое – меди, цинка и марганца, с близкой к нейтральной реакцией почвенной среды. Агротехника возделывания использовалась общепринятая для Беларуси. Методика закладки опытов, проведения наблюдений и анализов общепринятая в исследовательской работе [8, 9, 10, 11]. В опыте с дозами и сроками внесения азотных удобрений высота растений в контрольном варианте (без удобрений) в среднем за годы исследований составляла в фазу бутонизации – 43 см, цветения – 83 см, зеленой спелости – 120 см, полной спелости – 124 см. Применение фосфорно-калийных удобрений увеличило высоту растений в среднем на 7–11 см в зависимости от фазы, а предпосевное внесение азота в дозе N<sub>50</sub> на 14–18 см в сравнении с контрольным вариантом (рис. 1).

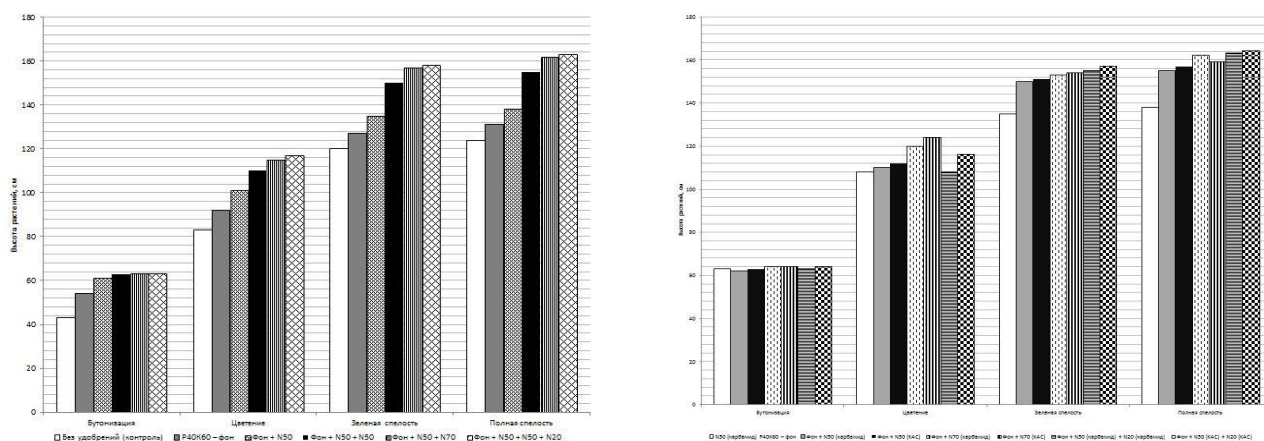


Рис. 1. Динамика роста редьки масличной в зависимости от доз, сроков внесения и форм азотных удобрений, см

Дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку в дозе 50–70 кг/га д. в. способствовало дальнейшему увеличению высоты растений в фазу цветения до 110–117 см, зеленой спелости – до 150–158 см, полной спелости – 155–163 см. Существенной разницы между внесением дополнительной дозы азота N<sub>70</sub> в один прием в фазу бутонизации и ее делением на две подкормки по высоте растений не выявлено. В опыте с формами азотных удобрений высота растений по вариантам отличалась незначительно. В фоновом варианте высота растений в среднем за три года составила 63 см в фазу бутонизации, 108 см в фазу цветения, а в фазу зеленой и полной спелости – 135–138 см соответственно. Дальнейшему увеличению высоты растений способствовало лишь увеличение дозы удобрений. Существенных различий между формами азотных удобрений в пределах одной дозы не было выявлено.

В опытах с внесением в разные сроки различных доз азотных удобрений количество сухого вещества увеличивалось с увеличением дозы азота от 137 до 198 г в фазу бутонизации и от 471 до 1015 г в фазу полной спелости (рис. 2).

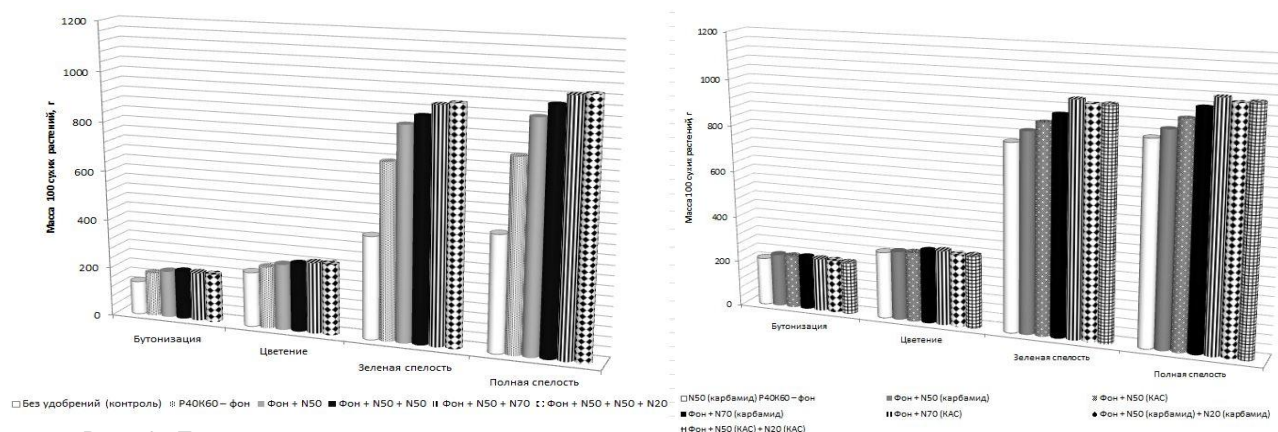


Рис. 2. Динамика накопления сухого вещества растениями редьки в зависимости от доз, сроков внесения и форм азотных удобрений, г

Масса 100 сухих растений редьки масличной в фазе бутонизации в варианте без удобрений в среднем за три года составляла 137 г, фазе цветения – 224 г, зеленой спелости – 418 г, а в фазе полной спелости равнялась 471 г.

Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{50}P_{40}K_{60}$  обеспечило увеличение сухого вещества по этим фазам в среднем за годы исследований на 55, 45, 442 и 449 г соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

При дополнительном внесении  $N_{50}$  в фазу бутонизации накопление сухого вещества выросло на 37 и 49 г в фазах зеленой и полной спелости.

Увеличение дозы подкормки до  $N_{70}$  на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$  обеспечило рост массы 100 сухих растений до 943–1008 г в фазы зеленой и полной спелости соответственно. Дробное внесение  $N_{70}$  в два этапа на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$  существенных различий по данному показателю не показало.

Формы азотных удобрений существенное влияние на накопление сухого вещества оказали в фазы зеленой и полной спелости редьки масличной.

В фазу бутонизации и цветения масса 100 сухих растений по всем вариантам в среднем за три года находилась в пределах 208–228 г и 291–316 г соответственно.

В фазу зеленой спелости в фоновом варианте  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60}$  данный показатель в среднем за годы исследований составлял 807 г, а к полной спелости – 864 г. Подкормка азотными удобрениями в виде карбамида и КАС в дозе  $N_{50}$  способствовала росту массы 100 сухих растений в эти же фазы до 857–896 г и 903–949 г соответственно.

При увеличении дозы азотной подкормки до  $N_{70(\text{карбамид})}$  накопление сухого вещества в фазы зеленой и полной спелости увеличивалось по сравнению с фоном на 125–132 г, а по сравнению с вариантом  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60} + N_{50(\text{карбамид})}$  – на 75–93 г. При внесении  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60} + N_{70(\text{КАС})}$  прибавка к фону была наибольшая и составила 190–175 г в эти же фазы, а к варианту  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60} + N_{50(\text{КАС})}$  – 101–90 г. При замене карбамида на КАС в дозе  $N_{70}$  прибавка в варианте была на уровне 43–65 г в зависимости от фазы спелости.

При дроблении подкормки  $N_{70}$  на два внесения в бутонизацию и начало цветения культуры масса 100 сухих растений в среднем за годы исследований находилась в пределах 981–985 г в фазу зеленой и 1021–1028 г в фазу полной спелости. Между собой варианты с КАС и карбамидом различались незначительно.

В опытах с редькой масличной содержание и потребление азота в растениях в каждой фазе развития изменялось под влиянием азотных удобрений (рис. 3).

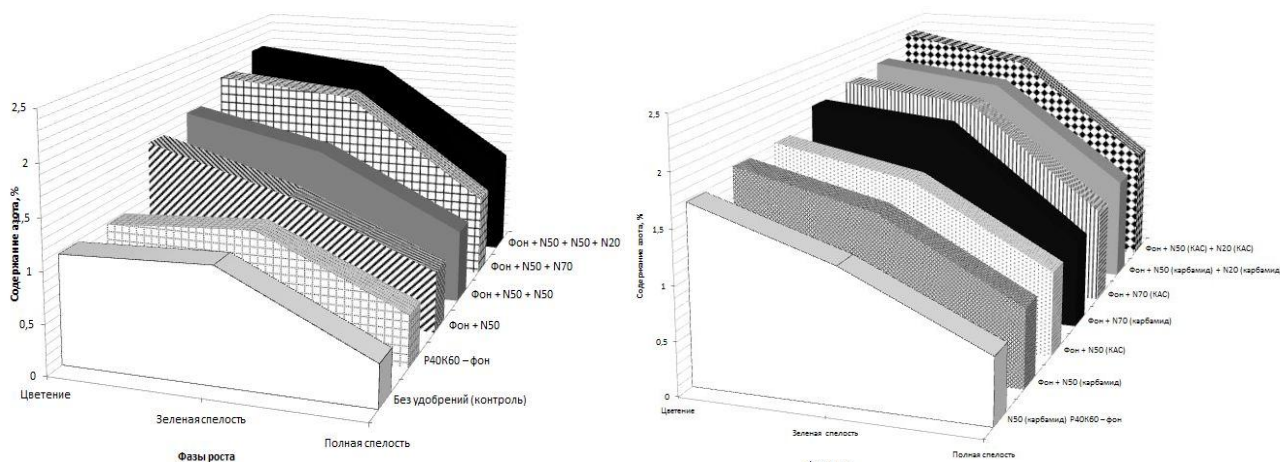


Рис. 3. Содержание азота в растительных образцах редьки масличной в зависимости от доз, сроков внесения и форм азотных удобрений, %

Так, в фазу цветения наименьшее содержание азота в растениях наблюдалось в контрольном варианте без применения удобрений – 1,08 %. Внесение удобрений в дозе  $N_{50}P_{40}K_{60}$  повысило содержание азота до 1,68 %. Подкормка растений азотными удобрениями в дозе  $N_{50}$  и  $N_{70}$  на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$  способствовала росту азота в растительных образцах на 0,71 % и 0,93 % соответственно в сравнении с контролем. Наибольшее содержание азота было в варианте с дробным внесением  $N_{70}$  в два этапа на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$  – 2,15 %.

В фазу зеленой спелости в контроле и фоновом варианте содержание азота было на уровне 1,14–1,18 %. В сравнении с фоном содержание азота в варианте  $N_{50}P_{40}K_{60}$  – на 0,08 %,  $N_{50}P_{40}K_{60} + N_{50}$  – на 0,3 %,  $N_{50}P_{40}K_{60} + N_{70}$  – на 0,7 %,  $N_{50}P_{40}K_{60} + N_{50} + N_{20}$  – на 0,81 %.

К фазе полной спелости содержание азота значительно снизилось по всем вариантам опыта. Самое низкое содержание было в контрольном варианте – 0,42 %, а при применении минеральных удобрений варьировало в пределах 0,52–1,02 %. Наибольшее содержание азота было в варианте с дробным внесением  $N_{70}$  в два этапа на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$  – 1,02 %, превышающем контрольный вариант на 0,6 %.

В опыте с формами азотных удобрений содержание азота в растениях в фазу цветения находилось в пределах 1,68–2,34 %, к фазе зеленой спелости снизилось до 1,25–2,09 %, а в фазу полной спелости составило 0,62–1,12 %.

В фоновом варианте  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60}$  данный показатель в среднем за годы исследований составлял 1,68 % в фазу цветения, 1,25 % – в фазу зеленой и 0,62 % в фазу полной спелости. Подкормка азотными удобрениями в виде карбамида и КАС в дозе  $N_{50}$  способствовала повышению содержания азота в растениях в эти же фазы до 1,79–1,82 %, 1,48–1,56 % и 0,75–0,81 % соответственно.

В варианте с внесением  $N_{70}$  в виде КАС в фазу бутонизации содержание азота было выше на 0,07–0,09 % по сравнению с вариантом, где применялся карбамид в той же дозе.

При двойной подкормке КАС ( $N_{50} + N_{20}$ ) наблюдалось увеличение содержания азота на 0,10–0,19 % по сравнению с двумя подкормками карбамидом.

### Заключение

В опытах с применением различных форм, доз и сроков внесения азотных удобрений большее влияние на высоту растений оказали дозы азотных удобрений, чем формы и дробное их внесение.

В среднем за три года исследований количество сухого вещества по фазам развития редьки масличной было выше после бобовых предшественников: клевера и гороха. Самым низким этот показатель был в опыте с предшественником рапсом. Внесение удобрений способствовало росту накопления сухого вещества от 137 г до 198 г в фазу бутонизации и от 471 г до 1015 г в фазу полной спелости.

Формы азотных удобрений существенное влияние на накопление сухого вещества оказали в фазу зеленой и полной спелости. Наибольшим данный показатель был в варианте с внесением  $N_{70}$

в виде КАС в фазу бутонизации на фоне  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60}$ . Содержание азота в растениях редьки масличной к фазе полной спелости снижалось по всем вариантам. Наибольшим данный показатель был в варианте с дробным внесением  $N_{70}$  в два этапа на фоне  $N_{50}P_{40}K_{60}$ . В опыте с формами азотных удобрений наибольшее содержание азота в растениях было отмечено при двойной подкормке КАС ( $N_{50} + N_{20}$ ) на фоне  $N_{50(\text{карбамид})}P_{40}K_{60}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цыганов, А. Р. Динамика развития яровых крестоцветных культур в зависимости от применения микроудобрений и Экосила / А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров, Е. А. Плевко // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1 (58). – С. 177–186.
2. Полховская, И. В. Накопление сухого вещества и основных элементов питания растениями гречихи при применении макроудобрений, эпина, бора и биопрепаратов / И. В. Полховская, А. Р. Цыганов // Вестник БГСХА. – 2017. – №2. – С. 25–30.
3. Цыганов, А. Р. Динамика потребления азота растениями озимой ржи в зависимости от некорневых подкормок КАС / А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров, Л.-П. Штоц // Почва – удобрение – плодородие – урожай: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Иванова С. Н. и 90-летию со дня рождения Кулаковской Т. Н. (Минск 16–18 февраля 2009 г.). Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2009. – С. 236–238.
4. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
5. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 383 с.
6. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур : пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
7. Романцевич, Д. И. Влияние сроков внесения и форм азотных удобрений на семенную продуктивность редьки масличной / Д. И. Романцевич, А. С. Мастеров, Н. В. Радченко. – Вестник БГСХА. – 2019. – № 1. – С. 126–130.
8. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 239 с.
9. Особенности проведения исследований с крестоцветными масличными культурами [Текст] / В. Ф. Сайко [и др.]. – М.: Институт земледелия НААН, 2011. – 76 с.
10. Виноградов, Д. В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве рапса / Д. В. Виноградов. – Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 2. – С. 62–64.
11. Мастеров, А. С. Обоснование элементов технологии возделывания редьки масличной на семена в условиях северо-востока Беларуси / А. С. Мастеров, Д. В. Виноградов, Д. И. Романцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 29–35.